

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ЖИГАЙЛО О.Л.**

**ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ТА ВПЛИВ ВІДХОДІВ  
ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ  
НА ҐРУНТИ І ПРИРОДНІ ВОДИ**

(Конспект лекцій)

Одеса  
Одеський державний екологічний університет  
2015

УДК 631.55  
Ж 104

*Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету  
Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій  
( протокол №8 від 28.05.2015р.)*

**Жигайло О.Л.**

Поводження з відходами та вплив відходів виробництва і споживання на ґрунти і природні води. Конспект лекцій. – Одеса, 2015 . – 104 С.

В конспекті лекцій викладені основні відомості про утворення, накопичення та зберігання відходів виробництва і споживання промислового та комунально-побутового походження, їх вплив на основні компоненти довкілля: ґрунти, повітря, природні води, функціонування агроєкосистем, здоров'я населення. Висвітлено проблеми утилізації утворених за останні десятиріччя відходів і використання як вторинної сировини. Наведено методи запобігання негативного впливу на земельні та водні ресурси. Розглянуто правові та нормативні документи у сфері поводження з відходами.

Конспект лекцій призначений для студентів та магістрів напряму навчання «Екологія», спеціалістів гідро- та агроєкологів.

ISBN 978-966-186-024-6

© Жигайло О.Л. 2015

© Одеський державний екологічний університет, 2020

## ВСТУП

У 90-х роках минулого сторіччя питоме навантаження твердими відходами території багатьох регіонів України, насамперед у промисловому Придніпров'ї і Донбасі, досягало 8–18 тис. т/км<sup>2</sup>. У середньому по Україні утворення і накопичення гірничопромислових відходів у цей період становило близько 3 тис. т/км<sup>2</sup>.

Хоча загальний антропогенний тиск на довкілля останніми роками має тенденцію до зменшення, рівень техногенного впливу на нього залишається високим, а екологічна ситуація є близькою до кризової: понад чверть скидів стічних вод у поверхневі та підземні водні об'єкти України залишаються забрудненими, п'ята частина шкідливих речовин, що викидаються зі стаціонарних джерел, надходить у вигляді газів і аерозолів безпосередньо в атмосферу, майже дві третини утворюваних твердих і рідких відходів потрапляють у довкілля. Це зумовило постійне збільшення загального обсягу накопичених відходів, який на 2005 р. зріс майже вдвічі порівняно з 1991 р. і досяг 30 млрд т.

За даними Держкомстату України, на початку 2000-х років у навколишнє природне середовище щорічно надходило від 60 до 100 млн т шкідливих речовин (у вигляді індивідуальних сполук та у складі різних відходів). При цьому у сховищах організованого складування зберігалось майже 3 млрд т токсичних, тобто особливо небезпечних промислових відходів.

Так, у 2001–2002 рр. в атмосферне повітря, водне середовище, ґрунти України потрапляло близько 60 млн т шкідливих речовин (щороку), з яких понад три чверті припадало на токсичні відходи промислового та іншого походження. У розрахунку на 1 км<sup>2</sup> території країни у 2002 р. в повітря потрапило понад 10 т шкідливих речовин, а кількість токсичних відходів, що надійшли на цю одиницю площі, становила в середньому 4,7 тис. т. Як зазначалося вище, такі показники значно перевищують відповідні величини в розвинених країнах Європи.

У середині і наприкінці 90-х років минулого століття на підставі аналізу причин, що призвели до складної екологічної ситуації в Україні за умов трансформації політичної системи держави, переходу до ринкової економіки та глибокої економічної кризи, було практично завершено формування основ сучасної екологічної політики, яка цілком відповідає внутрішнім потребам суспільства і перебуває в руслі загальноєвропейського природоохоронного процесу. Головні принципи такої політики закріплені відповідними статтями Конституції України (1996), рядом прийнятих протягом 1991–2000 рр. законів України і відображено в програмному документі "Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки", ухваленому Постановою Верховної Ради України № 188/98-ВР від

5 березня 1998 р. У сфері поводження з відходами основоположними документами, що визначають стратегію відповідної державної природоохоронної політики, є Закон України "Про відходи" (1998) та Закон України "Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами" (2000). Ці документи враховують міжнародні тенденції до інтеграції зусиль, спрямованих на мінімізацію потоків відходів, і забезпечують створення на державному рівні нормативно-технічне, економічне, науково-методичне та організаційно-інформаційне підґрунтя для ефективного та екологічно обґрунтованого функціонування практично всіх цільових організацій і структур у сфері поводження з відходами.

Розроблено та затверджено цілісну програму і відповідні практичні заходи, спрямовані на запобігання накопиченню в Україні токсичних відходів, обмеження їх шкідливого впливу на довкілля і здоров'я людини. Основними пріоритетами при цьому визначено скорочення обсягів накопичених відходів, обмеження їх подальшого утворення, переробку та екологічно безпечне видалення або ефективну екологічно обґрунтовану утилізацію різних відходів як вторинної сировини. Здійснення зазначених заходів започатковує в Україні цивілізовану інфраструктуру поводження з відходами, особливо токсичними, на всіх стадіях їх функціонального циклу, що суттєво поліпшить стан різних об'єктів довкілля в місцях утворення відходів, їх концентрованого чи розсіяного накопичення та організованої чи стихійної локалізації.

## 1 УТВОРЕННЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ

До **відходів** належать будь-які речовини, матеріали і предмети, що виникають у процесі діяльності людини і людського суспільства і не мають подальшого використання за місцем утворення чи виявлення та яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення ( Закон України "Про відходи")

До зазначеної категорії речовин не входять невловлювані газоподібні речовини, що викидаються безпосередньо в повітря. Прикладом таких речовин є диоксиди вуглецю та азоту, аерозольні димові частки, а також речовини, в основному розчинні, що скидаються із стічними водами у водні об'єкти (крім тих, які акумулюються і підлягають вивезенню у спеціально відведені місця складування).

### 1.1 Загальна характеристика відходів

Відходи, які утворюються внаслідок виробничої діяльності, називаються **техногенними**. Відходи, що утворюються у сфері споживання людини - **побутовими**. Основні категорії побутових відходів:

1. залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що утворюються при виробництві різноманітної продукції, виконанні робіт, наданні послуг і які повністю або частково втратили вихідні споживчі якості;
2. розкриті породи та мінеральні залишки, які утворюються при видобуванні та збагаченні корисних копалин;
3. речовини та їх суміші, що утворюються в термічних, хімічних та інших процесах і які не є метою даного виробництва (шлаки, зола, кубові залишки, шлами тощо);
4. матеріали і продукти, забруднені небезпечними речовинами, а також неідентифікована продукція, наприклад, залишки неідентифікованих добрив і отрутохімікатів, що тривалий (понаднормативний) час зберігалися в неналежних умовах у сфері сільськогосподарського виробництва;
5. залишки сільськогосподарського виробництва, а також залишки від виготовлення продуктів харчування;
6. осади стічних вод очисних споруд;
7. відходи переробки деревини (тирса, стружка, кора тощо);
8. тверді побутові відходи (макулатура, склобій, лом чорних і кольорових металів, відпрацьовані нафтопродукти, текстильні відходи, горіла земля);
9. вироби, матеріали, товари і предмети широкого вжитку, які втратили свої споживчі якості, використані пакувальні матеріали тощо.

До окремої групи відходів належать радіоактивні відходи і забрудненні радіонуклідами речовини та матеріали. Такі відходи є високого ступеня небезпеки як для довкілля, так і для людини. Поводження з радіоактивними відходами регулюється спеціальними нормативними актами.

Відходи виробництва і споживання класифікуються за подвійним принципом:

- по-перше, групуванням відходів за однорідними виробничими технологічними процесами, тобто за галузевою структурою їх утворення;
- по-друге віднесенням тих чи інших відходів до інтегрованих угруповань, коли вони є наскрізними (однорідними) для різних видів господарської діяльності, тобто за видовою структурою їх утворення.

За видовою структурою утворення є такі:

- 1) розкривні, шахтні та інші гірські породи;
- 2) відходи збагаченні (сепарації) мінеральною сировиною та паливом;
- 3) відходи хімічно-металургійної переробки різних речовин;
- 4) відходи енергетики (золашлаки), відходи атомної енергетики (відпрацьовані паливні елементи, крап тощо);
- 5) відходи переробки сільськогосподарської сировини (жом, дефекація, м'ясо тощо);
- 6) відходи і лом чорних і кольорових металів, машини, механізми, устаткування та їх комплектуючі, що відпрацьовували свій термін експлуатації;
- 7) відходи особистого споживання (тверді побутові відходи, макулатура, ганчірка, скло, пластмаса, харчові залишки тощо).

Такий підхід до класифікації відходів в цілому відповідає європейській практиці, гармонізується з відповідними групуваннями відходів в європейському "Переліку відходів", прийнятому рішенням спеціалізованих органів Європейського співтовариства у сфері поводження з відходами (Commission Decision 2001/118/ EC від 16.01.01). При цьому зберігаються особливості національної системи обліку та поводження з відходами, забезпечується відтворення їх специфічної номенклатури та назв.

Згідно з сучасними підходами перелік відходів і принципи їх класифікації за структурою, ієрархією та системою кодування є відкритими. Передбачається, що вони будуть періодично переглядатися та підлягати доповненням чи змінам відповідно до аналізу вітчизняного і міжнародного, передусім європейського, досвіду і практики у сфері поводження з відходами.

**Самою гострою проблемою у сфері поводження з відходами є організація і практичне здійснення діяльності, пов'язаної зі зменшенням обсягів утворення, збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, знешкодженням, видаленням чи захороненням та екологічно обґрунтованою утилізацією небезпечних (або токсичних) відходів.**

До небезпечних відходів належать *відходи, фізичні, хімічні чи біологічні характеристики яких створюють чи можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища та здоров'я людини та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними* (Закон України "Про відходи"). Такі відходи характеризуються специфічними водно-фізичними, хімічними, санітарно-бактеріологічними та іншими властивостями. Запобігання чи зменшення їх негативного впливу на довкілля, спеціалізована утилізація чи повне знешкодження потребує вдосконалення існуючих або розробки нових цільових технологій, створення спеціальних підприємств.

До небезпечних відходів належать:

- ртутевмісні матеріали,
- шлами гальванічних виробництв,
- лігнін,
- фосфогіпс,
- більшість відходів різноманітних хімічних виробництв,
- тверді побутові відходи,
- осади стічних вод,
- органічні відходи тваринництва
- тощо.

За ступенем негативного впливу всі небезпечні відходи поділяються на класи і підлягають об'єктивному обліку щодо утворення, обсягів накопичення і зберігання та реальної або потенційно можливої утилізації. Клас небезпеки відходів визначається їх виробником на підставі відповідних нормативно-правових документів, які затверджуються уповноваженими органами виконавчої влади. На даний час використовується загальновизнана *4-ступенева класифікація токсичних відходів за класами небезпеки:*

I-й клас – надзвичайно небезпечні;

II-й клас – високонебезпечні;

III-й клас – небезпечні;

IV-й клас – помірно небезпечні токсичні відходи.

В основу даної класифікації покладені такі показники:

- фізичні,
- фізико-хімічні,
- мікробіологічні,
- санітарно-бактеріологічні).

Дані показники характеризують вміст і реальний ступінь небезпеки для живих організмів конкретних хімічних речовин, наявність та характер бактеріальних спільнот, інші шкідливі властивості відходів, що можуть призвести до того чи іншого рівня забруднення ними різних об'єктів довкілля, з якими вони безпосередньо чи опосередковано контактують. Величина і можливий характер забруднення зазначених об'єктів залежать від міграційних властивостей, токсичності, здатності викликати віддалені наслідки окремих складових відходів, які лімітуються так званими

показниками шкідливості. Показники шкідливості мають статус нормативів – **ГДК** (гранично допустима концентрація) чи **ОДР** (орієнтовно допустима концентрація). Показники шкідливості встановлюються за санітарно-гігієнічними проявами:

- санітарно-токсикологічними (с.-т.),
- загально-санітарними (заг.),
- органолептичними (орг.) з індексами:

- 1) зап. – запах,
- 2) забарвл. – забарвлення,
- 3) піна – утворення піни, наприклад при контакті з водою,
- 4) пл. – плівки на водній поверхні,
- 5) присм. – надання воді небажаного присмаку.

Кожна речовина має цілком індивідуальні фізико-хімічні та біологічні властивості, які зумовлюють механізми та напрямки її взаємодії з іншими речовинами та вплив на живі організми і їх спільноти. Тобто, визначальними компонентами екологічної безпеки в загальному розумінні слід вважати фізичну, хімічну та біологічну безпечність кожної речовини, що надходить у довкілля, щодо її впливу на нормальне функціонування різноманітних екосистем. Для відходів, що, як правило, є складними сумішами різних речовин, головними ознаками безпечності (небезпечності) для довкілля і людини має бути їх токсикологічна (хімічна), радіаційна і біологічна безпечність (небезпечність), оскільки саме поєднання цих характеристичних особливостей (різних за походженням відходів) дає змогу всебічно оцінити їх інтегральну екологічну безпечність чи, навпаки, небезпечність.

За традиційними підходами потенційна небезпечність промислових чи побутових відходів, тобто класи їх небезпеки визначаються (згідно з ДСанПіН 2.2.7.029-99 "Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення класу їх небезпеки для здоров'я населення") шляхом розрахунків **індексів токсичності** ( $K_i$ ) кожного хімічного елемента чи окремої речовини – складових того чи іншого відходу. Зважаючи на те, що значна частина утворюваних та накопичуваних відходів має прямий контакт з різними об'єктами навколишнього середовища, при розрахунках  $K_i$  враховують ГДК кожного токсичного компонента конкретного відходу, його потенційну летальну дозу (за значеннями логарифма  $LD_{50}$ ) та ГДК цього компонента, встановлену для ґрунту, води, рослини, продуктів урожаю. Однак, оскільки відходи є сумішами хімічних речовин з різною будовою і відповідно з різними хімічними та токсикологічними властивостями, які зумовлюють зону хронічної та біологічної дії і можуть свідчити про кумулятивні властивості цих речовин, при розрахунках  $K_i$  необхідно враховувати коефіцієнти їх кумуляції ( $K_{\text{кум}}$ ).

За останніми методичними розробками Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеєва АМН України [2] необхідність застосування такого коефіцієнта зумовлена тим, що більшість відходів при потраплянні у ґрунт (на полігонах відходів, звалищах, місцях неорганізованого



складування), а потім у воду мають пролонгований характер дії на рівні малих доз, а транслокація хімічних речовин, що входять до складу будь-якого відходу, у рослини і суміжні середовища може супроводжуватися кумулятивними ефектами. Крім того, при визначенні сумарного значення  $K_i$ , за яким оцінюється клас небезпеки, повинні додаватися лише  $K_i$  інгредієнтів з односпрямованою патогенетичною дією, а не всі розраховані  $K_i$  хімічних речовин (як це робилося за традиційним підходом).

Як відомо, відходи цілого ряду виробництв, які концентруються у великих кількостях на обмежених ділянках (у хвостосховищах, шламонакопичувачах, золовідвалах, відвалах гірничих порід) можна віднести до так званих **техногенно-підсилених джерел природного радіаційного опромінення**. Такі відходи утворюються на підприємствах гірничодобувної, переробної, енергетичної, металургійної промисловості і характеризуються досить високими рівнями **іонізуючого (радіаційного) випромінювання** (100–400 мкР/год). Це призводить до зміни радіаційних параметрів довкілля і, як наслідок, до додаткового опромінення населення, яке проживає в зонах впливу накопичень зазначених відходів. Тому при визначенні **кінцевого класу небезпеки** багатьох **відходів** важливою **компонентою** є їх оцінка за **радіаційними показниками**.

Необхідною складовою інтегральної оцінки відходів при визначенні класів їх небезпеки є також **біологічна компонента**. Відходи сільськогосподарського виробництва, картонно-паперових підприємств, шкіряно-взуттєвого виробництва, харчової та переробної промисловості можуть становити небезпеку за біологічними ознаками. Особливо небезпечним є осади стічних вод, відходи тваринництва.

Критерії оцінки відходів за біологічними показниками:

- форми та індекси кишкової палички,
- патогенні мікроорганізми,
- віруси,
- найпростіші,
- наявність та життєздатність яєць геогельмінтів. Їх враховують при визначенні потенційної небезпечності таких відходів. Оцінка біологічної складової при визначенні класу небезпеки може здійснюватися за шкалою, наведеною в табл. 1.1.

***Пролонгований характер негативного (токсикологічного) впливу хімічних сполук – складових відходів може викликати в організмі віддалені наслідки у вигляді мутагенних ефектів.*** За міжнародною схемою визначення мутагенності токсикантів, що входять до складу відходів, мутагенні чинники можна ідентифікувати з допомогою світових інформаційних банків експериментальних даних, отриманих *in vitro*, *in vivo* та в спеціальних епідеміологічних дослідженнях. На сьогодні визнано, що надходження до організму людини сполук важких металів, які містяться в різних відходах, спричиняє значні ризики щодо генетичних структур клітини.

Таблиця 1.1 – Шкала оцінки відходів за ступенем вираженості біологічних ознак

Клас небезпеки	Мікроорганізми			Яйця геогельмінтів (життєздатні), шт./г
	Індекс БГКП	Індекс анаеробів	Патогенна мікрофлора	
I	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^7$	присутня	> 100
II	$1 \times 10^5 - 1 \times 10^6$	$1 \times 10^6 - 1 \times 10^7$	присутня	10–100
III	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^5$	$1 \times 10^3 - 1 \times 10^6$	відсутня	$\leq 10$
IV	$< 1 \times 10^3$	$< 1 \times 10^3$	відсутня	відсутні

Установлено високу чутливість внутрішньоклітинних органел до дії малих концентрацій важких металів. Однак свідомості щодо токсичності, зокрема генотоксичності, окремих важких металів на сьогодні є недостатньо для повної характеристики біологічної активності такої складної багатокомпонентної системи, як відходи. В окремих літературних джерелах наводяться дані про токсичний і мутагенний вплив на клітини тест-культур при забрудненні ґрунтів сумішшю важких металів (Cu + Cd + Pb + Zn) у дозах 1, 10 та 20 ГДК. Але навіть позитивна відповідь за цим тестом свідчить лише про вплив на колонії мікроорганізмів, а чи буде мати місце відповідний генотоксичний вплив на людину та інші живі організми, досі неясно. Відомо також, що при зіставленні результатів токсикологічних і мутагенних досліджень отримані оцінки часто не збігаються. Так, відходи, що містять хром, який, безсумнівно, є мутагеном, були віднесені до помірно небезпечних утворень (III клас), тобто при визначенні класу небезпеки таких відходів, найімовірніше, не враховувалася оцінка мутагенних ефектів і їх наслідків. Отже, зважаючи на факт підвищеної алергізації населення як в Україні, так і в інших країнах світу, врахування мутагенних ефектів при віднесенні відходів до того чи іншого класу небезпеки є доцільним і виправданим.

Таким чином, визначення параметрів небезпечності різних відходів має здійснюватися не тільки за токсикологічними (хімічними) показниками, але й з обов'язковим урахуванням рівнів дії радіаційної компоненти та біологічних чинників антропогенного походження. Тобто інтегральна оцінка відходів при визначенні класів їх небезпеки має здійснюватися за трьома блоками (рис. 1.1).

Залежно від кількості набраних балів за тим або іншим критерієм кожного блоку визначається пріоритетність показників. При цьому більш безпечні за токсикологічними характеристиками відходи можуть бути віднесені до вищого рівня небезпеки. Внаслідок цього вимоги до поводження

з такими відходами повинні бути більш жорсткими. Такий підхід не вимагає розробки і надання додаткових рекомендацій до поводження з відходами, специфічні особливості яких (наприклад мутагенність) на даний час не враховуються чи не можуть бути враховані при визначенні класу небезпеки конкретного відходу.

<b>ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА ВІДХОДУ</b>		
<b>Токсикологічна компонента</b> Класи небезпеки хімічної токсичності (I, II, III, IV)	<b>Радіологічна компонента</b> Рівні дії	<b>Біологічна компонента</b> Якісні характеристики, дозово-ефективна залежність
<b>КЛАС НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДУ</b>		

Рис. 1.1. Схема визначення класу небезпеки відходів

Наведемо кілька прикладів практичної реалізації зазначеного підходу (за В.В. Станкевич) на основі реальних даних, отриманих для різних видів відходів (табл. 1.2).

Як випливає з цієї таблиці, шлак сміттєспалювального заводу "Енергія" за показниками хімічної токсичності було віднесено до малонебезпечних відходів – IV-й клас небезпеки для здоров'я населення, за рівнями природної радіоактивності – до I-го класу використання, тобто використання без обмежень у будівельних матеріалах. Інтегральна оцінка за двома показниками дозволяє віднести такий шлак до IV-го класу небезпеки.

Зола цього підприємства за показниками токсичності характеризувалася як високонебезпечна речовина, відповідаючи II класу небезпеки. Рівні радіоактивності золи відповідали I–II класам використання (будівництво доріг). У загальному підсумку клас небезпеки можна визначити як II-й.

Таблиця 1.2 – Визначення класу небезпеки відходів за інтегральною оцінкою

Назва відходу	Компонента інтегральної оцінки			Клас небезпеки
	Токсикологічна	Радіологічна	Біологічна	
Шлак сміттєспалювання (з-д "Енергія")	IV	I	-	IV
Зола сміттєспалювання (з-д "Енергія")	II	I–II	-	II
Золошлакова суміш (Трипільська ТЕС)	III	II	-	II
Відходи абразивно-струменевої очистки	IV	III	-	III
Шлак доменний	IV	I	-	IV
Вогнестійкий лом	IV	II	-	III
Графітовий пил	IV	II	-	III

Відходи Трипільської ТЕС (золошлакова суміш) за показниками хімічної токсичності характеризувалися як помірно небезпечні (III-й клас небезпеки), за радіаційними показниками відповідали II-му класу використання. У загальному підсумку зазначену суміш слід віднести до вищого рангу – II-го класу небезпеки для здоров'я населення. Відходи абразивно-струменевої очистки корпусів суден і механізмів за токсикологічними показниками можна характеризувати як малотоксичні речовини, що відповідає IV-му класу небезпеки, а за радіологічними показниками вони мали бути віднесені до III-го класу використання як сировина для будматеріалів, призначених для спеціальних споруд і будівель, у яких перебування людей не може

перевищувати 50 % робочого часу (4 год). Визначена в цих відходах сумарна питома ефективна активність радіонуклідів відповідали локальному гамма-фону на рівні понад 100 мР/год, що майже в п'ять разів перевищує рівень природного радіоактивного фону. Отже ці відходи потребують певних обмежень під час накопичення, зберігання та подальшого використання. Таким чином, за сумарним показником їх слід віднести до III-го класу небезпеки. Вимоги до поводження з подібними відходами відповідають загальним підходам до обмеження їх негативного впливу. Тому використання цих відходів як сировини для будматеріалів можливе лише за умови їх змішування з іншими речовинами. Аналогічні підходи слід також застосовувати і до відходів металургійних виробництв. Як свідчать відповідні показники, деякі із них або окремі партії слід відносити до III-го класу небезпеки за інтегральною оцінкою. Однак нині (при традиційному підході) всі відходи сталеплавильних виробництв класифікують як відходи IV-го класу небезпеки. При цьому слід наголосити, що встановлення класу небезпеки різних відходів має здійснюватися в кожному випадку для конкретного виду відходів без перенесення встановленого класу на аналогічні відходи споріднених виробництв.

Обсяги щорічного утворення, загального накопичення і використання токсичних відходів в Україні, які становлять найбільшу небезпеку щодо існуючого або потенційного забруднення різноманітних поверхневих водних об'єктів, на зламі минулого і нинішнього сторіч наведено в табл. 1.3–1.5. Як видно із цих таблиць, показники утворення і використання відходів у цей період виявили певну суперечність процесів, що відбувалися і відбуваються сьогодні у сфері поводження з відходами. Так, при деякому збільшенні щорічного загального обсягу всіх відходів (з 558,9 млн т у 2000 р. до 587,4 млн т у 2001 р.) зменшилася та їх частка, що належала токсичним відходам – з 81,4 до 77,5 млн т (табл. 1.4). Водночас спостерігалось постійне зростання абсолютних та відносних показників використання відходів, що засвідчило позитивні тенденції до ресурсозаощадливості в економіці України на початку 2000 р. (табл. 1.5).

**Структура утворення відходів в Україні.** Важливою особливістю структури утворення відходів в Україні у зв'язку з сировинною спрямованістю економіки є домінування в їх складі гірничопромислових відходів (до 88 %), тоді як частка відходів інших галузей промисловості становить близько 10 %, а побутових не перевищує 2 %. За роки функціонування гірничопромислового комплексу накопичено близько 3 млрд т токсичних відходів його окремих виробництв, з яких до 2,5 млрд т розміщено в організованих сховищах площею 55 тис. га.

У складі всіх токсичних відходів обсяги відходів I–II-го класів небезпеки становлять приблизно 0,3–0,5 % і протягом останніх років не виявляють тенденції до зменшення.

Загальні обсяги відходів III-го класу небезпеки становлять 3,0 %, а IV-го класу – понад 95 %.

Таблиця 1.3 – Обсяги накопичення токсичних відходів

Класи токсичних відходів	Обсяги накопичення токсичних відходів, тис. т		
	1999 р.	2000 р.	2001 р.
Усі класи небезпеки	2926998,5	29699391 (2813749,7)*	28491452
I клас небезпеки	150,2	149,1 (153,5)	157,3
II клас небезпеки	1627,4	1685,2 (1817,2)	1851,7
III клас небезпеки	23832,7	24408,8 (21253,7)	20999,3
IV клас небезпеки	2901388,3	2943695,0 (2790525,2)	2826138,5

\*у дужках уточнені дані згідно зі статистичним бюлетенем від 2002 р. (без врахування відходів гірничодобувної промисловості).

Таблиця 1.4 – Обсяги утворення токсичних відходів

Класи токсичних відходів	Обсяги утворення токсичних відходів, тис. т		
	1999 р.	2000 р.	2001 р.
Усі класи небезпеки	88475,7	81375,0	77513,5
I клас небезпеки	20,4	13,9	28,0
II клас небезпеки	183,8	176,0	181,4
III клас небезпеки	2616,2	2423,5	2335,2
IV клас небезпеки	85655,3	78761,6	-

Найбільшим внеском у загальний обсяг утворюваних токсичних відходів різних класів небезпеки протягом багатьох років відзначалися промислово розвинені регіони України, особливо Дніпропетровський і Донецький регіони, насамперед за рахунок дуже великої кількості відходів III-го і IV-го класів. У той же час найбільші обсяги відходів, особливо небезпечних для поверхневих водних об'єктів і підземних вод неглибокого

залягання, утворюються в Харківській і Чернігівській областях (хімічна промисловість, металообробка, машинобудування) та в Автономній Республіці Крим (засоби хімічного захисту рослин і продуктів урожаю).

Таблиця 1.5 – Утворення, використання та знешкодження токсичних відходів за класами небезпеки (у 2001 р.)

Утворення, переробка та умови зберігання токсичних відходів	Відходи				
	Відходи всіх класів небезпеки	I клас небезпеки	II клас небезпеки	III клас небезпеки	IV клас небезпеки
Фактично утворилося, тис. т	77513,5	28,0	181,4	2335,2	74969,0
Використано, тис. т	30052,0	0,7	88,2	2081,1	27881,9
Знешкоджено (знищено), тис. т	2050,5	3,1	31,0	87,8	1928,6
Направлено в поверхневі сховища організованого складування, тис. т	45801,0	0,2	52,8	587,0	45160,9
Зокрема ті, що відповідають чинним нормативам, тис. т	32927,9	0,1	38,3	430,9	32458,5
Відправлено в місця неорганізованого складування, тис. т	127,4	0,04	3,3	8,8	115,2
Наявність у сховищах організованого складування на 01.01.01, тис. т	2849145,2	157,3	1851,7	20999,3	2826138,5
Витрата на складування (знищення) відходів у сховищах організованого складування, тис. грн	475649,3	25796,8	95858,6	14461,6	339532,4
Площа сховищ відходів, га	29983,6	527,4	4755,6	2703,9	21996,6
Об'єм сховищ відходів, тис. м <sup>3</sup>	154820,1	327,1	6637,8	29469,7	118385,5

## 1.2 Промислові відходи

Основними джерелами промислових відходів в Україні є підприємства гірничодобувного, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, целюлозно-паперового та агропромислового комплексів. Загальна кількість таких підприємств

становить близько 10 тис. Щорічний рівень забруднення, який припадає на 1 км<sup>2</sup> площі території України за рахунок утворення і накопичення різноманітних відходів на цих підприємствах, в 5–6 разів вищий, ніж у США і в 3–4 рази вищий, ніж у країнах ЄС. Кожного року в Україні (в 1980–2000 рр.) утворювалося більше відходів виробництва, ніж у 12 провідних країнах ЄС разом узятих. Ці цифри не враховують величезних газових викидів в атмосферу та мінеральних речовин у водне середовище.

Кількість і номенклатура відходів, що утворюються на промислових та інших підприємствах України, визначаються масштабами і технологіями виробництва. Найбільше промислових відходів у розрахунку на рік утворюється при збагаченні рудної і нерудної мінеральної сировини (сотні млн м<sup>3</sup>), видобутку і збагаченні вугілля, проведенні розкривних робіт, спалюванні високозольного вугілля на об'єктах тепло- та електроенергетики, у металургійній промисловості (десятки і сотні млн м<sup>3</sup>).

Відходи нагромаджуються у вигляді відвалів, териконів, шламо- і соленакопичувачів, різного роду звалищ, площа яких на даний час наближається до 200 тис. га, зростаючи кожного року на 3–6 тис. га.

Що стосується адміністративно-галузевого аспекту, то переважна кількість промислових відходів накопичена і продовжує накопичуватись у Дніпропетровській і Донецькій областях. У цих же регіонах найбільшим внеском у загальні обсяги відходів характеризується металургійна та вугільна промисловість (відповідно близько 80–90 та 30–40 %).

В інших областях України діапазони утворення і накопичення різних відходів промислового походження порівняно невеликі: від 0,05–1,0 млн м<sup>3</sup> в Автономній Республіці Крим до 5–7,0 млн м<sup>3</sup> у Житомирській області.

Із статистичних даних щодо утворення та накопичення *токсичних промислових відходів* протягом 1991–2001 рр. випливає, що на початок 2000-х років до 95 % таких відходів утворено і накопичено в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Львівській, Сумській, Івано-Франківській і Харківській областях. Спостерігається зростання обсягів утворення токсичних відходів у таких областях, як Львівська, Закарпатська, Сумська, Кіровоградська, Хмельницька. При цьому стан зберігання та видалення відходів у зазначених адміністративно-територіальних одиницях і в Україні в цілому залишається критичним. Це зумовлено насамперед відсутністю належної інфраструктури та відповідного фінансування.

Переважна кількість відходів накопичується на територіях підприємств, у поверхневих сховищах, золовідвалах тощо. Нині маса накопичених у цих сховищах як токсичних, так і всіх інших відходів становить 25–30 млрд т. У розрахунку на 1 км<sup>2</sup> площі їх кількість досягає близько 40 тис. т (з них токсичних до 7–8 тис. т). Якщо у 1990 р. на одного жителя України припадало приблизно 300 т відходів, то нині ця величина помітно перевищує 400 т (із них 87 т – токсичні відходи).

Переважна більшість місць зберігання відходів не відповідає умовам екологічної безпеки і перебуває в незадовільному стані. Обладнані сховища



для зберігання небезпечних відходів виробництва та обладнання для їх знешкодження існують лише на окремих підприємствах.

Небезпечна ситуація з накопиченням відходів постійно загострюється. Це створює серйозні загрози стану довкілля, функціонуванню гідро- і агробіоценозів, здоров'ю людини. Наприклад, такі великотоннажні відходи, як зола, шлаки, фосфогіпс тощо, збагачені солями важких металів, сульфатами, хлоридами і фосфатами кальцію, натрію, магнію, радіоактивними речовинами. В умовах відкритого зберігання вони доволі інтенсивно трансформуються у водорозчинні сполуки, які можуть суттєво забруднювати поверхневі і підземні природні води. При отриманні целюлози, картону, паперу, у гідролізно-дріжджовому виробництві утворюються, накопичуються, скидаються у водні об'єкти (у складі стічних вод) величезні кількості водорозчинного лігніну. Це органічна речовина, яка у водному середовищі взаємодіє з розчиненим киснем, значно погіршуючи кисневий режим водойм і водотоків, знижує рН води до рівнів, критичних для існування водної біоти. Чорна і кольорова металургія, накопичуючи доменні, сталеплавильні, феросплавні шлаки, червоні шлами глиноземного виробництва, викидаючи в повітря димові та аерозольні частки, спричиняє підвищення вмісту у ґрунтах і прилягаючих водних об'єктах розчинних сполук таких важких металів, як цинк, свинець, ртуть, хром тощо, а також фенолів, сульфатів і хлоридів.

Сьогодні за рахунок накопичення, екологічно необґрунтованого зберігання та видалення промислових відходів найбільше потерпають річки басейнів Західного Бугу, Нижнього Дніпра, Сіверського Дінця, річки Приазов'я. Це створює суттєві проблеми в галузях питного і технічного водопостачання, призводить до виникнення стану антропогенної екологічної напруги у 50–60 % гідробіоценозів водних об'єктів України або стану антропогенної екологічної напруги з елементами регресу (у 40–50 % поверхневих водойм і водотоків зазначених регіонів). При цьому ряд поверхневих водних об'єктів у деяких регіонах України на сьогодні перебуває практично у стані екологічного і метаболічного регресу (річки Полтва, Інгулець, Лопань, Лугань, Кальміус, Молочна тощо).

Велике занепокоєння викликає тривале накопичення та концентрування на локалізованих ділянках (у більшості регіонів України) *непридатних та заборонених до використання пестицидів* (НЗП), які є своєрідними відходами хімічної промисловості та інтенсивного індустріалізованого сільськогосподарського виробництва, особливо землеробства.

Виникнення значних накопичень НЗП розпочалося ще наприкінці 60-х років минулого сторіччя через існування диспропорцій між необґрунтованим за кількістю та якістю замовленням пестицидів, увезенням їх на територію аграрних господарств і використанням у самих господарствах. Внаслідок цього пестициди роками у великій кількості нагромаджувалися в непристосованих для довготривалого зберігання місцях. При несприятливих

кліматичних та інших умовах, значних термінах їх зберігання, низької якості пакувальних матеріалів завжди існувала дійсна і на сьогодні відчутна загроза забруднення цими отрутохімікатами різних об'єктів довкілля, а також загроза здоров'ю населення в місцях складування зазначених речовин.

На даний час НЗП розміщено майже на 150 об'єктах централізованого зберігання, підпорядкованих місцевим державним адміністраціям, і приблизно у 5 тис. спеціальних складів окремих сільськогосподарських підприємств. Кількість таких пестицидів лише в рослинницькій галузі сільського господарства досягає 20 тис. т. Згідно з чинним законодавством пестициди, заборонені чи непридатні для застосування, а також невідомі чи змішані пестициди підлягають вилученню з обігу і розміщенню на спеціалізованих складах. Існують типові проекти таких об'єктів. Однак до 60 % НЗП не мають належного нагляду, зберігаються в непристосованих приміщеннях, а подекуди і просто неба. Їх знешкодження практично не здійснюється. Тому через значну потенційну небезпеку для ґрунтів, природних вод, здоров'я населення проблема знешкодження НЗП залишається вкрай злободенною. Особливо загрозливого характеру вона набула в зв'язку з втратою інституту відповідальних осіб і організацій за подальшу долю таких хімікатів під час переходу колгоспного майна до інших власників.

На сучасному етапі розвитку господарського комплексу України внаслідок утворення і накопичення промислових відходів триває інтенсивне забруднення підземних вод. Найбільш забруднені ділянки підземних водоносних горизонтів розташовані переважно біля великих промислових та сільськогосподарських об'єктів, а також населених пунктів. Найчастіше порушення природної гідрогеохімічної обстановки спостерігаються в промислово розвинених регіонах України. При цьому основними джерелами забруднення підземних вод є накопичувачі промислових твердих і рідких відходів, мінералізованих шахтних та рудничних вод, неорганізовані місця складування і зберігання мінеральних добрив, отрутохімікатів та їх залишків, накопичувачі органічних відходів на тваринницьких комплексах і окремих фермах.

Так, тільки в межах басейну Нижнього Дніпра розташовано понад 800 фільтруючих накопичувачів рідких промислових відходів. Сумарний обсяг скинутих до них високомінералізованих вод досягає  $1 \text{ км}^3$ , з яких 77 % припадає на Дніпропетровську і Запорізьку області. З цих накопичувачів до підземних водоносних горизонтів, відповідно і до річок, що їх дренують, надходять розчинені мінеральні солі, нафтопродукти, ароматичні органічні речовини, інші продукти хімічних підприємств тонкого органічного синтезу (чотирихлористий вуглець, органічні кислоти, високомолекулярні нафтові вуглеводні, різні розчинники тощо).

У гірничодобувних районах Дніпропетровської, Запорізької, Донецької та Полтавської областей порушення природних гідрогеохімічних умов пов'язано переважно з надходженням до підземних вод дренажних,

рудничних та шахтних вод. Так, загальна площа забруднення підземних вод у районі Кривбасу становить близько 300 км<sup>2</sup> при максимальній мінералізації 12,3 г/дм<sup>3</sup>. Фільтрація шахтних вод у Західному Донбасі спричиняє підвищення мінералізації підземних вод до 1,5 г/дм<sup>3</sup>, а на Самарському, Первомайському і Вербському водозаборах до 12 г/дм<sup>3</sup>.

Значні обсяги рідких промислових відходів в окремих накопичувачах, технологічна і технічна недосконалість цих об'єктів, перевищення нормативних вимог щодо об'ємів накопичення таких відходів зумовлюють високу ймовірність виникнення нештатних і аварійних ситуацій.

Однією з найзначніших аварій, зумовлених подібними причинами, в останні десятиріччя стала аварія на хвостосховищі Стебницького калійного комбінату у вересні 1983 р., коли внаслідок прориву дамби хвостовища у р. Дністер за короткий час надійшло 4,5 млн м<sup>3</sup> високомінералізованих технологічних стічних вод. Це призвело до підвищення загального солевмісту у дністровських водах до 400 ГДК, у тому числі хлоридів – до 200 ГДК. Було завдано непоправної шкоди біологічному та гідрохімічному режиму Дністра, води якого стали тимчасово непридатними для всіх видів водокористування. Загальна сума збитків склала понад 1,05 млрд крб (Радянського Союзу). Зокрема, по всій довжині забрудненої ділянки річки були повністю знищені її рибні ресурси.

Значні екологічні збитки постійно спричиняють інші, менш масштабні, але також дуже небезпечні аварійні ситуації в промисловому секторі України: залпові скиди у водні об'єкти мазуту, нафти і нафтопродуктів, пориви напірних колекторів міських каналізацій тощо. Основними причинами цих та інших подібних аварій було перевантаження очисних споруд, накопичувачів і полігонів складування різних відходів, украй незадовільний стан каналізаційних мереж, нафто- та інших трубопроводів, порушення технологічної дисципліни експлуатаційним персоналом, безвідповідальність уповноважених осіб та відповідних спеціалізованих структур і організацій.

### 1.3. Комунально-побутові відходи

У комунальній інфраструктурі, при житловій забудові, на територіях міських та інших населених пунктів України щорічно утворюється до 40 млн м<sup>3</sup> або приблизно 10–11 млн т твердих побутових відходів (ТПВ), які вивозяться, складуються і частково чи повністю знешкоджуються на майже 800 організованих звалищах та трьох сміттєспалювальних заводах у містах Києві, Харкові, Дніпропетровську, що діяли на 2001 р.

За середнім морфологічним складом тверде побутове сміття вміщує 25–30 % паперу, 35–40 % харчових відходів, 4–5 % текстилю, 4–6 % полімерів, 4–5 % чорних та кольорових металів, 5–7 % скла, 2–7 % гуми, кісток, каміння тощо. Питома вага такого сміття становить 220–250 кг/м<sup>3</sup>,

вологість – 40–60 %, зольність 35–40 %, теплотворна здатність 800–2400 ккал/кг. Зрозуміло, що хімічний склад різних компонентів такого сміття є дуже різноманітним як за мінеральною, так і органічною частинами. Загалом подібних відходів в розрахунку на одного жителя України (включаючи немовлят) щороку накопичується до 0,8 м<sup>3</sup>, або 200–250 кг.

**Основним методом знешкодження твердого побутового сміття є його складування на спеціалізованих звалищах.** Однак на 80 % із них не дотримуються вимог екологічної безпеки стосовно проведення запобіжних заходів щодо запобігання забрудненню повітряного басейну, ґрунтів, підземних вод, дренажного та поверхнево-схилового стоку. Така практика призводить до накопичення у товщі ТПВ на звалищах та інших місцях їх масштабного складування так званого фільтрату – водонасиченої драглистої рухомої маси, яка відзначається дуже високим вмістом розчинних солей важких металів, нітратів, сульфатів, різноманітних сполук фосфору, канцерогенних органічних речовин, продуктів їх хімічної і біохімічної трансформації, шкідливих анаеробних мікроорганізмів.

Так, у селищі Пирогів під Києвом, де містилося одне з найбільших київських звалищ ТПВ, до його закриття у 1993–1994 рр. було накопичено близько 50 млн м<sup>3</sup> різноманітного сміття і відходів. Це призвело до аварійного стану звалища. Тверда поверхнева товща в ньому становила лише Особливу небезпеку для довкілля становлять також більш ніж 400 звалищ ТПВ у гірських, курортних та сільських регіонах, де окрім побутового сміття складаються промислові відходи II–IV-го класів небезпеки.

Недостатня кількість сучасних полігонів для розміщення побутових та інших відходів, незадовільна робота комунальних служб породжують появу неорганізованих і несанкціонованих смітників, вплив яких на різні компоненти довкілля проконтролювати практично неможливо. Таким чином, поводження з побутовими відходами в Україні є малоефективним, що зумовлено насамперед низьким рівнем їх утилізації.

На сьогодні за браком коштів і вільних земельних ресурсів можливості для будівництва сучасних звалищ і спеціалізованих полігонів ТПВ обмежені. Окремим позитивним прикладом є полігон ТПВ, збудований у Дніпропетровську. Він має ефективну систему захисту ґрунтових вод, до якої входять ізолюючі шари глини і 2 мм спеціальної пластикової плівки, обладнаний свердловинами для контролю рівнів та ступеня забрудненості ґрунтових вод. Безпосередньо на полігоні здійснюється попереднє сортування сміття, відбирається металобрухт, скло, папір, пластмаса. Із компонентів сміття органічного походження чи збагачених органічними речовинами передбачено отримання біогазу шляхом компостування.

Одним із основних забруднювачів більшості водних об'єктів є такі специфічні рідкі відходи, як каналізаційні стоки. Поганий стан існуючих каналізаційних мереж є причиною постійних аварій та розривів, що призводить до додаткового часто значного забруднення водойм і водотоків, підземних вод. Забруднення природних вод, у які скидаються подібні стоки,

зумовлюється також неефективною роботою очисних споруд. Основними причинами цього, як правило, є: фізична зношеність зазначених споруд; перевищення їх проектної потужності; застарілі технології очищення; надходження на очисні споруди стічних вод з вищим від нормативного вмістом забруднювальних речовин, особливо біологічно токсичних; неефективна робота устаткування по зневодненню осадів стічних вод та надлишкового активного мулу.

#### 1.4. Поводження з відходами та управління ними

Подолання небезпечної ситуації, яка склалася у сфері поведінки з відходами і загрожує якості довкілля та здоров'ю людини, потребує ефективних цілеспрямованих дій у рамках єдиної державної політики.

Якщо на державному рівні зроблено певні кроки в розробці загальних **підходів і механізмів регулювання поведінки з відходами**, то на регіональному, місцевому та об'єктному рівнях позитивних зрушень у цьому напрямі значно менше. Однак саме на цих рівнях слід впроваджувати економічні та науково обґрунтовані механізми природокористування та охорони природних ресурсів, відпрацьовувати принципи і механізми взаємодії місцевих органів влади, суб'єктів підприємницької діяльності, населення, громадських організацій.

Зважаючи на міжнародні тенденції в інтеграції зусиль, спрямованих на мінімізацію потоків відходів, розвиток відповідної нормативно-правової бази має здійснюватись у напрямі створення єдиної інтегрованої системи поведінки з відходами, яка охоплюватиме всі рівні управління.

Необхідно чітко визначити і встановити на законодавчому рівні правовий простір для діяльності підприємств, установ і організацій, пов'язаних з небезпечними відходами, а саме: вдосконалення механізму і ліцензування такої діяльності, посилення вимог до умов і правил накопичення, транспортування і зберігання небезпечних відходів тощо.

Враховуючи міжнародні вимоги до поведінки з відходами виробництва і споживання, особливо вимоги до транскордонного перевезення таких відходів, Верховна Рада України у 1999 р. ухвалила Закон України "Про приєднання України до Базельської конвенції про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх видаленням". На час прийняття цього Закону Сторонами Базельської конвенції були 117 держав, у тому числі країни колишнього СРСР – Росія, Латвія, Естонія, Молдова, Узбекистан, Туркменістан, Киргизія. Базельська конвенція узагальнила нові норми, правила і процедури, які регулюють перевезення, переробку, видалення небезпечних відходів на міжнародному і національному рівнях. Нині вона є найширшим і найвагомим у світі чинним документом щодо транскордонних перевезень і наступного поведінки з відходами. Приєднавшись до Базельської конвенції, Україна

отримала можливість співпрацювати з урахуванням своїх потреб і пріоритетів зі Сторонами конвенції і компетентними міжнародними організаціями в таких напрямках:

- 1) передачі технологій і систем управління щодо екологічно обґрунтованого поводження з небезпечними відходами;
- 2) розробці і впровадженні нових та вдосконаленні наявних економічно та екологічно обґрунтованих маловідходних технологій;
- 3) організації і здійсненні моніторингу впливу поводження з небезпечними відходами на стан довкілля та здоров'я людини;
- 4) формуванні відповідної суспільної свідомості.

Нині в Україні існує достатня правова база для виконання зобов'язань, що випливають із приєднання до Базельської конвенції. Приєднання до цієї конвенції прискорює створення в Україні цілісного і завершеного законодавства про відходи та його гармонізацію з міжнародним (європейським) законодавством у зазначеній сфері.

Ефективний і цілеспрямований розвиток систем управління відходами безумовно є важливою і необхідною компонентою переходу суспільства до чистих технологій, одним із кроків до ідеальної мети "zero Waste" (прийнято в Європі, означає "нуль відходів", тобто повністю безвідходні технології). Для цього сьогодні і в найближчій перспективі необхідно значно підвищити ефективність роботи всіх установ і організацій, що діють у сфері охорони довкілля, на державному, регіональному і місцевому рівнях в таких пріоритетних напрямках, як:

- розвиток систем поводження з відходами та інформування про забрудненість ними навколишнього природного середовища;
- розробка і прийняття нормативних актів і методичних вказівок, що мають регулювати діяльність, пов'язану з відходами, на всіх рівнях управління з метою мінімізації і локалізації негативного впливу відходів на будь-які компоненти довкілля;
- створення сприятливих економічних і правових умов для координації вдосконалення діяльності по управлінню відходами, зокрема їх переробки, утилізації, знешкодження, розміщення;
- реальне залучення компетентних громадських організацій і спеціалістів до екологічної експертизи пілотних та інших проектів утилізації різноманітних промислових відходів (ПВ) і ТПВ, тобто твердих ПВ.

На державному рівні одним із важливих завдань є створення і розвиток системи отримання, накопичення та узагальнення інформації про утворення відходів та їх надходження в різні об'єкти навколишнього середовища. Необхідно створити систему державного інформаційного забезпечення даними про класи небезпеки, токсичність окремих компонентів відходів та способи її мінімізації, сучасні технології поводження з ПВ і ТПВ. Дуже важливо забезпечити природоохоронним службам різного рангу (від підприємств до міністерств і відомств) можливість вільного і оперативного доступу до баз даних розроблених на сьогодні "паспортів безпечності

речовин" і дозволити їх широке використання. Необхідно також підтримувати інформаційні портали, які публікують відомості про накопичення відходів як на окремих підприємствах, так і на галузевому і державному рівнях.

Такий підхід забезпечує ефективність планування і розвитку інфраструктури управління небезпечними відходами, вдосконалення відповідних керівних принципів, що дозволяє збільшити об'єми переробки та утилізації відходів, покращити практичну діяльність з експлуатації об'єктів їх розміщення, підвищити обґрунтованість рішень щодо реалізації цільової інвестиційної геополітики.

На регіональному рівні система управління ПВ і ТПВ має передбачати створення комплексу регулюючих елементів управління поведінкою з особливо небезпечними відходами, підвищення ефективності роботи існуючої управлінської інфраструктури, а також розробку та апробацію нових методичних підходів, навчання фахівців природоохоронних організацій, комунально-господарського і промислового секторів.

На місцевому рівні система управління відходами має здійснювати екологічний аудит, об'єктивну інвентаризацію відходів, їх утворення і викидів на підприємствах. Розробка і реалізація дійових адміністративних, організаційно-економічних і технологічних методів управління відходами дає змогу реалізувати принцип мінімізації їх утворення і негативного впливу на будь-який компонент довкілля. При цьому підвищення ефективності і рентабельності системи управління небезпечними відходами з врахуванням міжнародного досвіду є запорукою і необхідним етапом наближення до європейських стандартів охорони та управління навколишнім природним середовищем згідно з системою екоменеджменту і стандартом ISO 14001 Європейського Союзу.

Одним із шляхів розв'язання проблеми відходів, зокрема промислового походження, є насамперед мінімізація їх утворення на стадії виробництва, впровадження так званих найкращих доступних технічних методів, розробка системи комплексних природоохоронних дозвільних рішень (природоохоронних дозволів).

На сьогодні природоохоронні дозволи в багатьох випадках є ключовим інструментом регулювання широкого спектру промислових впливів на навколишнє середовище і стимулювання технологічних інновацій. Більшість розвинених країн запровадили системи комплексних дозволів, щоб забезпечити охорону довкілля як єдиного цілого, використовуючи найкращі доступні технології промислового виробництва.

Загальним завданням системи природоохоронних дозволів є встановлення органами регулювання юридично обов'язкових вимог до окремих джерел значного екологічного впливу з метою охорони довкілля і здоров'я людини. Дозволами встановлюються гранично допустимі викиди в атмосферу, скиди у водойми і водотоки, масштаби утворення відходів і способи управління ними поряд з іншими екологічними умовами,

специфічними для конкретного промислового об'єкта, цеху, установки. Якщо закладені в дозволах умови належним чином обґрунтовані, то вони стимулюють економічно ефективне досягнення цілей охорони довкілля, забезпечуючи рівновагу як громадських, так і приватних інтересів.

Роль дозвільної системи та її функцій має розглядатися в контексті загальної системи екологічного регулювання антропогенного впливу на навколишнє середовище. При цьому дозвільна система розглядається як цикл, який включає планування, визначення відповідної політики, встановлення стандартів якості довкілля одночасно з прийняттям законів і підзаконних актів для надання ланкам цього циклу юридичної сили. Саме правова основа вводить у дію взаємопов'язані між собою видачу природоохоронних дозволів, контроль за дотриманням їх вимог і сприяння виконанню останніх.

Видача дозволів щодо окремих компонентів навколишнього середовища на даний час є традиційним підходом до дозвільного екологічного регулювання. При цьому контроль максимальних концентрацій забруднювальних речовин у скидах (викидах) промислових об'єктів чи окремих установок, як правило, встановлюється на основі того, що той чи інший компонент природного середовища (повітря, вода, ґрунти), до якого потрапляють ці речовини, має охоронятися до певного рівня, який визначається як стандарт якості навколишнього середовища. Зазначений стандарт є мірилом стану конкретного компонента даного середовища щодо окремої забруднювальної речовини і відповідає її максимально допустимому вмісту у природному об'єкті з врахуванням несучої здатності відповідного середовища. Мета такого стандарту – охорона здоров'я населення чи певного елемента природних екосистем, тому він має бути в центрі дозвільної системи, насамперед по кожному із пріоритетних компонентів природного та антропогенно зміненого довкілля.

У системі дозволів щодо окремих компонентів довкілля забруднювальні речовини можуть просто переноситися з одного середовища до іншого, тому, наприклад, розв'язання таким чином проблеми забруднення повітря може створити загрозу забруднення води чи ґрунту і навпаки. Крім того, розбавлення і розсіювання викидів у довкіллі для вирішення місцевих проблем може просто спричинити загострення цих проблем в більш широких масштабах. Враховуючи це, навколишнє природне середовище необхідно розглядати як єдине ціле і відповідно до цього регулювати його стан. Такий підхід є запорукою розвитку та ефективного застосування комплексу заходів щодо контролю та запобігання забрудненню практично всіх компонентів довкілля.

Комплексні дозволи передбачають, що викиди в атмосферу, скиди у воду (у т. ч. в каналізаційні мережі), ґрунти, а також інші впливи на довкілля мають розглядатися разом. Органи регулювання мають визначати умови, що закладаються в дозвільні рішення, таким чином, щоб забезпечувати охорону довкілля як єдиного цілого на максимально можливому рівні. При цьому, як



правило, ґрунтуються на основі концепції "найкращих доступних технічних методів", згідно з якою вигоди для компонентів довкілля в цілому зіставляються з витратами, потрібними для її реалізації. За таким підходом система встановлення комплексних природоохоронних дозволів спрямовується на зменшення утворення відходів, їх викидів/скидів, а там, де це неможливо, сприяє зменшенню їх кількості до прийнятого рівня.

**Основними та обов'язковими вимогами до комплексних природоохоронних дозволів є:**

- видача дозволів різним промисловим об'єктам на індивідуальній основі з врахуванням місцевих умов;
- участь в обґрунтуванні їх доцільності громадських організацій і фізичних осіб і широкий доступ до відповідної інформації;
- комплексний підхід до видачі дозволів;
- комплексний підхід до охорони довкілля як єдиного цілого, за якого можливо запобігти непередбачуваному чи неврахованому перенесенню забруднювальних речовин з одного природного об'єкта до іншого;
- використання найкращих доступних технічних методів і рішень, у яких враховується споживання води та інших ресурсів, включаючи енергетичні;
- концепція уваги на запобіганні і скороченні забруднень, а не на контролі і скидів / викидів "на кінці труби";
- необхідність запобігання виникненню передаварійних і аварійних ситуацій і зведення до мінімуму їх наслідків.

Перехід до широкого застосування комплексних природоохоронних дозвільних систем є додатковим засобом загального розв'язання проблеми утворення і накопичення відходів, оскільки в зазначених системах забруднення природного середовища розглядається як інтегральний антропогенний вплив на цілісну дуже складну екосистему (воду, повітря, ґрунти, флору, фауну тощо). Комплексні природоохоронні дозволи тісно пов'язані з сучасним екоменеджментом і системою міжнародних екологічних стандартів ISO 14001. Тому для господарсько-промислових об'єктів, у яких функціонують системи екологічного менеджменту і відповідного контролю, отримання і впровадження зазначених дозволів є важливим і цілком реальним завданням.

## 2 ОСАДИ СТІЧНИХ ВОД

Осади стічних вод (ОСВ) утворюються в результаті індустріальних методів очищення стічних вод на очисних спорудах населених пунктів унаслідок випадання нерозчинних речовин у первинних відстійниках і вивільнення стічних вод після біологічного очищення від надлишкового мулу і твердих завислих часточок у вторинних відстійниках.

### 2.1 Загальна характеристика міських стічних вод

**Міські стічні води** – це суміш господарсько-побутових, промислових і дощових вод, а також стічної води від поливання і миття міських територій, що надходить у міську каналізаційну мережу.

**Господарсько-побутові стічні води** – це води, які відводяться від житлових будинків, лазень, пралень, їдалень та інших об'єктів комунального господарства. Вони забруднені великою кількістю органічних і неорганічних домішок, бактеріальними компонентами, у них постійно присутні патогенні бактерії.

Порівняно з водами, які відводяться від житлових будинків, стічні води лазень і пралень мають вище значення рН, меншу концентрацію всіх інших хімічних і бактеріальних компонентів, що все ж не виключає їх небезпечності.

Біологічне населення господарсько-побутових стічних вод представлено вірусами, бактеріями, бактеріофігами, яйцями гельмінтів, мікроскопічними грибами. Серед бактерій переважають *апатогенні*, тобто ті, які не є хвороботворними. Переважно – це мікроорганізми, що розкладаються в умовах анаеробіозу.

*Патогенні* бактерії, які є збудниками хвороб, особливо кишкових інфекцій, потрапляють у міські стічні води від хворих і бацилоносіїв. Тому в малих населених пунктах може і не бути патогенних мікроорганізмів у міжепідеміологічний період. У великих містах завжди є бацилоносії, тому навіть за відсутності епідемії трапляються окремі захворювання на гострі інфекційні хвороби.

У господарсько-побутових стічних водах присутні яйця гельмінтів. Кількість їх досягає сотень на 1 дм<sup>3</sup>, в основному це яйця аскарид. Яйця гельмінтів – найстійкіші представники живої мікробіоти міських стічних вод. Протягом доби вони переносять порівняно високі та низькі температури, хлорування. Ті дози хлору, які знищують бактеріальні клітини, на яйця гельмінтів не діють і лише нагрівання субстратів, що їх містять, до температури 55–60 °С спричиняє їх загибель. Тому на очисних спорудах зменшення концентрацій яєць гельмінтів досягається лише при їх осадженні

разом із твердою фазою (з осадами стічних вод), що підлягає подальшій термічній обробці.

**Дощові стічні води** – це води, які утворюються під час дощів, злив, танення снігу та містять забруднювальні речовини, які змиваються з території населених пунктів (переважно пісок, глина, нафтопродукти). Патогенні мікроби в дощових водах, як правило, не зустрічаються, але за інтенсивністю забруднення дощові води інколи наближаються до господарсько-побутових стічних вод.

**Промислові стічні води** – це води, що відводяться від промислових об'єктів. Для складу промислових стічних вод характерною є значна різноманітність. Так, в одних випадках у цих водах домінують тільки неорганічні домішки, в інших – органічні. Вони можуть містити компоненти, які сприяють розвитку бактерій і мікробів чи, навпаки, пригнічують їх життєдіяльність. У багатьох ставках-накопичувачах промислових стічних вод виявляються речовини, токсичні для людського організму.

За кількістю забруднювальних речовин промислові стічні води поділяються на три основні групи: порівняно чисті; малозабруднені; брудні.

На більшості підприємств зустрічаються всі три названі типи стічних вод. Порівняно чисті та малозабруднені стічні води можуть використовуватися в оборотних системах водопостачання, а також для розведення брудних стічних вод. Брудні стічні води, як правило, мають проходити попереднє очищення на очисних спорудах підприємства перед скидом їх у каналізаційну мережу чи у водний об'єкт.

Промислові стічні води навіть одного підприємства відзначаються надзвичайною різноманітністю забруднювальних домішок. За складом забруднювальних речовин ці води доречно звести до трьох категорій: перша – охоплює промислові стічні води із забруднювальними речовинами в основному мінерального походження; друга – переважно органічні забруднювальні речовини; третя – суміш забруднювальних речовин мінерального та органічного походження. Домішки стічних вод можуть бути рідкі, тверді, газоподібні і перебувати в розчиненому і колоїдному стані.

Багато речовин, які забруднюють стічні води, самі по собі є цінними продуктами (феноли, жири, нафтопродукти, волокно, вовна тощо). Попереднє вилучення та утилізація таких домішок перед скиданням у міську каналізацію приводить до зменшення ступеня забруднення промислових стічних вод, що полегшує і здешевлює подальший процес їх очищення на міських очисних спорудах. У зв'язку з цим попередні методи очищення промислових стічних вод можна поділити на деструктивні та регенеративні. Деструктивні передбачають руйнування домішок чи зменшення їх концентрацій, регенеративні – спрямовані на вилучення із промислових стічних вод домішок для використання їх як сировини чи напівфабрикату. Застосуванням регенеративного методу звичайно не досягається відповідний ступінь очищення, тому стічні води в цьому разі доочищаються деструктивно.

Недостатнє очищення промислових стічних вод нерідко призводить до утворення шламу, який при надходженні у водний об'єкт негативно впливає на його екологічний стан. Нерозчинні речовини стічної рідини можуть викликати утворення донних відкладів – мул. Якщо речовини, що осідають, мають органічне походження, то виділення газів при розкладанні цього мулу зумовлює часткове чи повне вилучення кисню, необхідного для процесів самоочищення, що спричиняє загибель риби. Крім того, деякі органічні речовини сприяють появі у водному об'єкті різних мікроскопічних грибів, що знижує якість води.

Слід зазначити, що в деяких промислових центрах більшу частину стічних вод міського колектора становлять промислові стічні води. Природно, що вони суттєво впливають на склад міських стічних вод, ефективність очистки яких значною мірою залежить від наявності в промислових стічних водах інгібуючих речовин (речовини, які порушують життєдіяльність мікробів).

## 2.2 Методи очищення стічних вод

Основними методами очищення загальноміських стічних вод є:

- ✓ усереднення концентрацій забруднювальних речовин (як попередня підготовка промислових стічних вод до скиду в міську каналізаційну мережу шляхом змішування);
- ✓ механічні методи (затримання нерозчинних частинок та різних дрібних предметів на ґратах, ситах, фільтрах, а також шляхом відстоювання);
- ✓ фізико-хімічні методи (кристалізація, випаровування, евапорація, екстракція, аерація, сорбція); хімічні методи (нейтралізація, коагуляція);
- ✓ біологічні або біохімічні методи (поля зрошення та фільтрації, біологічні ставки, біологічні фільтри, аеротенки, септики, двох'ярусні відстійники, метантенки) (рис. 2.1).

У практиці очищення міських стічних вод в основному використовуються дві групи методів: спочатку механічні, а потім – біологічні.

*Усереднення концентрацій забруднювальних речовин у стічних водах змішуванням.* Промислові стічні води різних виробництв на одному промисловому об'єкті нерідко можуть різко відрізнятися за своїм складом, обсягами, температурою. Високі концентрації забруднювальних речовин є токсичними для гідробіонтів або руйнують труби каналізації. У той же час низькі концентрації цих речовин є нешкідливими для водного об'єкта і безпечними для каналізаційної мережі. Досягти останнього можна через усереднення (вирівнювання) концентрацій забруднювальних речовин промислових стічних вод різних виробництв шляхом змішування. Це

дозволяє поліпшити подальший процес очищення стічних вод, а в окремих випадках навіть обійтися без спеціальних очисних споруд.

Вирівнювання складу стічних вод відбувається у спеціальних спорудах-усереднювачах (ставки-усереднювачі, резервуари-усереднювачі), в яких змішуються між собою промислові стічні води з різними концентраціями забруднювальних речовин або ж чистою водою.

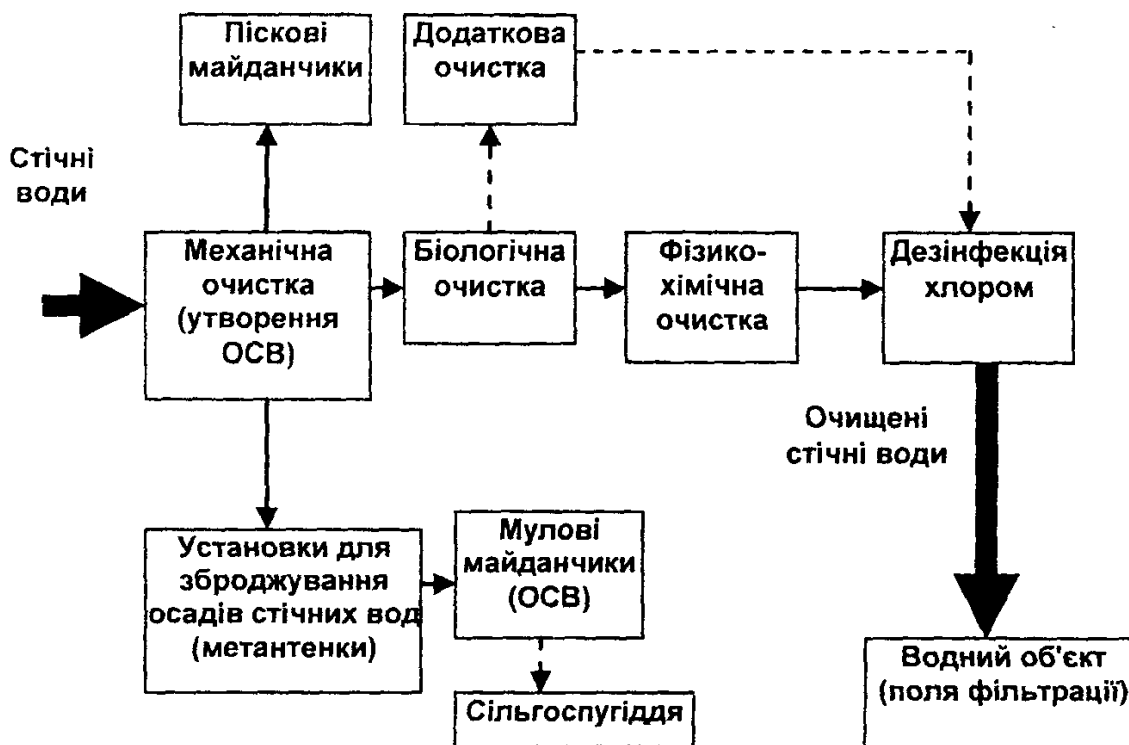


Рис. 2.1 Загальна схема очистки стічних вод на очисних спорудах

Ефективність змішування стічних вод у ставках-усереднювачах, як правило, недостатньо висока і залежить від природних умов (переміщення потоку води, вітрових течій, дощу, змін температури).

Змішування стічних вод у резервуарах-усереднювачах відбувається за рахунок примусового перемішування стічних вод з водою резервуарів з використанням технічних засобів.

**Механічні методи очищення.** *Грати, піскоуловлювачі, сита* забезпечують попереднє очищення стічних вод на міських очисних спорудах.

Грати використовуються для затримання найбільш крупних плаваючих відходів (вовна, обрізки деревини тощо), які можуть перешкодити відокремленню шламів та його обробці, утруднити перекачування стічних вод.

Піскоуловлювачі призначені для вивільнення стічної води від важких завислих мінеральних речовин: піску, сажі, іншого бруду тощо. Піскоуловлювачі відокремлюють пісок та гравій від більш легких осадів. Це дуже важливо, оскільки пісок забиває насоси та трубопроводи, збільшує

загальну масу органічного осаду мінеральним баластом, утруднює його вилучення з відстійників.

Роль сит зводиться до відокремлення на місці утворення стічних вод дрібних завислих речовин, які можуть бути повторно використані та вилучені. Тут відбувається попереднє очищення стічних вод.

*Фільтри* використовуються в основному для відокремлення високодисперсних нерозчинних забруднювальних речовин. Основною метою їх застосування є вилучення волокнистих матеріалів із стічних вод текстильної, паперової та целюлозної промисловості. Фільтри працюють за принципом сітчастих барабанів, робоче полотно яких – це повстяна стрічка, яка рухається разом з ними. Використовуються також фільтри з коксу, кварцового піску, шлаку, а також металевих сіток з різних тканин. Фільтри встановлюються після відстійників.

*Відстійники* використовуються для осадження і вилучення із стічної рідини речовин, що перебувають у грубодисперсному та емульгованому стані (вугільний пил, волокно деревини, жири, нафта). Відповідно до питомої ваги ці речовини можна поділити на дві групи: речовини, які спливають (питома вага менше одиниці), та ті, які тонуть (питома вага більше одиниці). Вилучення першої групи речовин відбувається в нафтовловлювачах, жируловлювачах, другої – з відстійників, у яких вони осіли із стічної рідини в результаті осадження та утворення осаду стічних вод або мулу.

*Флотаційні установки* використовуються у випадках, коли нерозчинні речовини в стічній рідині практично не відстоюються. Ці речовини штучно скаламучуються у воді, приєднуються до повітряних бульбашок і виносяться ними на поверхню води з утворенням пінистого шару, який і вилучається. Флотація надає можливість повертати у виробництво цінні речовини. При цьому у воду додають спеціальні речовини-піноутворювачі, які знижують поверхневий натяг води. Тим самим це сприяє сильному прилипанню бульбашок повітря до завислих домішок.

**Фізико-хімічні методи очищення.** *Метод кристалізації* ґрунтується на використанні залежності розчинності речовин від температури. За зміни температури можна отримати перенасичені розчини, з яких випадають кристали речовин. Цей метод використовується для виділення з рідини кристалів домішок. З погляду екології метод придатний лише для очищення невеликих кількостей концентрованих стічних вод. Кристалізація здійснюється в кристалізаторах періодичної дії з натуральним і штучним охолодженням, у кристалізаторах безперервної дії та у випаровувачах.

*Евапорація* (відгонка з водяною парою). Очищення стічних вод шляхом евапорації полягає у відгонці з водяною парою летких забруднювальних органічних речовин, наприклад фенолів. Пара, що пройшла евапораційну колонку, надходить до скрубера, в якому звільняється від захоплених забруднювальних речовин.

*Екстракція.* Екстракційний метод очищення полягає в обробці стічних вод певним розчинником, що не змішується з водою (екстрагентом), у якому

забруднювальні домішки достатньо добре розчинні. Домішки, які усуваються в результаті екстракційного очищення, як правило, є органічними речовинами (анілін, феноли, оцтова кислота). Як екстрагенти частіше використовуються органічні розчинники (бензол, чотирихлористий вуглець, мінеральні масла тощо).

*Аерація* забезпечує або ж десорбцію розчинених домішок (перехід у газову фазу), або ж окиснення домішок і переведення їх у стан, який є сприятливим для вилучення з води.

*Сорбція*. Вирізняють сорбцію у статичних умовах, яка здійснюється уведенням подрібненого сорбенту у стічну рідину. Існує також сорбція в динамічних умовах, яка здійснюється фільтруванням води через шар сорбенту (вугілля, торф, каолін, стружка тощо).

**Хімічні методи очищення.** *Нейтралізація* є важливим хімічним способом загального процесу регулювання значення рН. Її завдання – доведення реакції стічної рідини до нейтральної ( $\text{pH} = 7,0$ ). Для нейтралізації кислих вод використовують як розчинні, так і слабо розчинні у воді реагенти. До перших належать: вапно, їдкий натр, сода; до других – оксид та гідроксид магнію, карбонати кальцію та магнію.

*Коагуляція*. У практиці обробки стічних вод коагуляція використовується для прискорення процесу усунення розчинних домішок. У стічну воду додаються коагулянти (сульфат амонію, сульфат окисного і закисного заліза, хлорне залізо та ін.). Коагулянти виділяються з розчину, утворюючи колоїдні частинки, які укрупнюються в результаті взаємного злипання. При цьому утворюються більш чи менш великі пластівці, що випадають в осад разом з колоїдними і тонкодисперсними завислими речовинами, які забруднюють стічну воду. Після цього відбувається вилучення з рідини утворених агрегатів, які осіли на дні відстійника.

**Біологічні методи очищення.** Процес самоочищення водних об'єктів, що забруднюються, у природних умовах відбувається повільно. Винятком є гірські річки, в яких спостерігається значна швидкість, що сприяє аерації води.

Дещо швидше, ніж у природних умовах, очищуються стічні води на спорудах біологічного або біохімічного очищення, які відтворюють хід процесу самоочищення у ґрунтових умовах чи водному середовищі (табл. 2.1).

З табл. 2.1 видно, що показники окиснювальної здатності на спорудах так званого природного біологічного очищення значно вищі, ніж на спорудах природного біологічного очищення.

Інтенсифікація процесів біологічного очищення призводить не лише до збільшення їх окиснювальної здатності, але й до значного зменшення площі, що займають ці споруди.

Біологічні методи очищення стічних вод полягають у розкладанні та мінералізації аеробним чи анаеробним шляхом колоїдних і розчинених у міських стічних водах органічних речовин, які не можна вилучити

механічним шляхом. Найкращою умовою біологічного очищення стічних вод було б повне відокремлення мінеральних сполук від органічних. На жаль, це технічно неможливо. Тому на практиці обмежуються відокремленням значних за розмірами домішок міських стічних вод на ґратах; великодисперсних домішок неорганічного походження – у піскоуловлювачах та основної кількості завислих речовин – у відстійниках. Після цього стічна рідина надходить на споруди біологічного очищення.

При цьому *рідинна фаза* органічних речовин стічних вод розкладається *аеробним шляхом* (за наявності кисню), а *тверда фаза (ОСВ)* – *анаеробним* (за відсутності кисню).

Таблиця 2.1. – Показники окиснювальної здатності споруд біологічного очищення стічних вод, мгО/дм<sup>3</sup>

Види очисних споруд	мгО/дм <sup>3</sup> споруди за добу
<i>Споруди природного біологічного очищення</i>	
Поля зрошення	0,5–1,0
Поля фільтрації	2,0–36,0
Біологічні ставки	12,5
<i>Споруди штучного біологічного очищення</i>	
Контактні біофільтри	72
Перколяторні біофільтри	100
Аеротенки	1000
Аеробіофільтри	1000
Аерокоагулятори	4500

В аеробних умовах за достатньої кількості кисню органічні речовини з мінімально окисненого стану переходять у максимально окиснений. У результаті цього процесу органічні речовини, що містять вуглець, перетворюються на діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>) і воду; ті, що містять сірку, – на CO<sub>2</sub>, воду і сульфати; ті, що містять азот, – на CO<sub>2</sub>, воду і нітрати. Окиснюються не лише органічні компоненти, але й неорганічні. Так, відбувається окиснення солей закисного заліза в окисне, іонів двовалентного марганцю – у діоксид марганцю тощо. Активними учасниками цих аеробних біохімічних процесів є мікроби. На спорудах штучного біологічного очищення, наприклад аеротенках, аеробіофільтрах тощо, окисник, яким є кисень, подають із зовнішнього середовища (повітря) насосами, інтенсифікуючи процеси окиснення.

В анаеробних умовах за відсутності кисню у стічній рідині окиснення одних компонентів відбувається за рахунок інших за активної участі



мікроорганізмів. При цьому частково окиснені речовини окиснюються далі, слабковідновлені – продовжують відновлюватися. Речовини, які містять вуглець органічного походження, окиснюються до  $\text{CO}_2$ , а відновлюються до  $\text{CH}_4$  (метану). Швидкість розкладання органічних речовин в анаеробних умовах є значно меншою, ніж в аеробних. Це видно з наступного прикладу. При розкладанні однієї молекули глюкози в анаеробних і аеробних умовах реакції проходять з різним термічним ефектом.

1. Анаеробне розкладання:



2. Аеробне розкладання:



**Поля зрошення.** На полях зрошення агрономічні інтереси поєднуються із завданням очищення стічних вод. Стічна рідина, протікаючи між грядками, фільтрується; на поверхні ґрунту затримуються колоїдні та суспендовані речовини, які потім окиснюються біохімічним шляхом. Розчинені у стічній рідині речовини проходять по капілярах ґрунту на глибину близько 0,5 м. За час проходження через активний шар ґрунту вони окиснюються до діоксиду вуглецю, нітратів, сульфатів та ін. Для того щоб окиснення проходило безперервно, необхідне постійне надходження атмосферного повітря слідом за стічною рідиною, яка просочується. Тому, зрозуміло, глинисті ґрунти не придатні для цього. Так само не придатні і великозерністі піски, оскільки стічна рідина швидко фільтрується через них і не встигають відбуватися процеси окиснення, адсорбції тощо. Найбільш оптимальними ґрунтами для влаштування полів зрошення є структуровані супіщаники, суглинки, чорноземи. Недоліками полів зрошення є сезонність їх роботи – в теплу пору року.

Внаслідок можливого поширення інфекцій через ґрунтові води забороняється розташовувати поля зрошення на територіях, які входять до зон санітарної охорони джерел централізованого водопостачання, курортів, у заплавах річок, а також за високого рівня ґрунтових вод.

У стічних водах, що надходять на поля зрошення, присутня значна кількість завислих і жироподібних речовин, які швидко замулюють ґрунт. У цих водах є також яйця гельмінтів і патогенні мікроби, які можуть потрапити до сільськогосподарських культур. Тому стічні води перед надходженням на поля зрошення треба пропускати через первинні відстійники, в яких навіть за дві години відстоювання затримується 90 % яєць гельмінтів.

Крім сільськогосподарських полів зрошення є ще і так звані комунальні поля зрошення, які призначені лише для очищення стічних вод.

**Поля фільтрації.** На полях фільтрації сільськогосподарські культури не вирощуються, а здійснюється лише очищення попередньо освітлених у відстійниках стічних вод. Навантаження обсягами стічних вод на ці поля є

вищим, ніж на поля зрошення. Разом з тим різко погіршується постачання киснем аеробних біоценозів, тому рекомендується кілька разів протягом літа переорювати поля фільтрації, обладнувати дренажі. При розміщенні полів фільтрації треба враховувати санітарні норми (через запах, поширення мух) і розташовувати їх за межами населеного пункту.

**Біологічні ставки** імітують природні водойми, причому максимально підсилюють їх властивості, які сприяють процесам самоочищення. Вони неглибокі (0,5–1,0 м), добре прогріваються сонцем, що створює сприятливі умови для широкого розвитку водоростей, вищої рослинності, найпростіших, автотрофних і гетеротрофних груп бактерій. Для ефективного очищення стічних вод на спорудах штучного очищення необхідні значні затрати енергії, тоді як у ставках використовується сонячна енергія.

Санітарний ефект роботи ставків у літній час дуже високий. Кишкова паличка гине на 95–99 %, окиснюваність знижується на 90 %, вміст органічного та амонійного азоту – на 97 %.

Біологічні ставки можуть працювати і взимку, коли їхня поверхня вкрита льодом. Але при цьому треба обов'язково очищати поверхню льоду від снігу для проникнення сонячних променів.

Існують такі типи біологічних ставків для очищення стічних вод:

1) проточні ставки з розведенням стічної рідини річковою водою; 2) проточні ставки без розведення стічної рідини; 3) ставки для доочищення стічної рідини; 4) контактні ставки; 5) анаеробні ставки.

Характерною особливістю біологічних ставків (крім анаеробних) є попереднє освітлення стічних вод у відстійниках або ж відділення твердої фази в першому ставку каскаду.

В анаеробних ставках стічна вода, яка містить як тверду, так і рідинну фазу, надходить у глибоке ложе (кілька метрів). Ставок такого типу по суті є відкритим септиком, тому тут відбуваються анаеробні процеси. Із санітарного погляду ці ставки мають ряд недоліків: бродильні гази виділяються в навколишнє повітря, є небезпека потрапляння патогенних мікробів у ґрунтові води.

**Біологічні фільтри** – це споруди, заповнені великозернистим ненабрякаючим матеріалом, поверхня якого зрошується стічною рідиною. Зрошення виконується періодично (через 5–15 хв). Вода, що пройшла через біофільтр, витікає через отвори (дренаж) і надходить на днище, з якого стікає у відповідні лотки. Заповнюють фільтри щебінкою, шлаком, галькою, які повинні мати достатню пористість, оскільки це сприяє добрій аерації біофільтра і максимальному контакту стічної рідини з біоплівкою.

Біоплівка, яка утворюється через певний час після пуску в експлуатацію біофільтра шляхом адсорбції бактерій із стічної води, виконує біохімічне окиснення органічної речовини. Крім того, до складу населення біофільтра входять водорості, найпростіші, черв'яки, комахи.

Залежно від концентрації забруднювальних речовин і необхідного ступеня очищення стічних вод процес може здійснюватися за

одноступінчастою чи двоступінчастою схемами. Одноступінчаста схема: первинний відстійник – біофільтр – вторинний відстійник. Двоступінчаста схема: первинний відстійник – біофільтр першого ступеня – вторинний відстійник – біофільтр другого ступеня – третій відстійник.

**Аеротенк** – це споруда, в якій здійснюється біологічне очищення освітлених у відстійнику стічних вод, що імітує самоочищення у водоймі, але з більшою інтенсивністю. На відміну від природної аерації у водоймі насичення стічної рідини киснем в аеротенку відбувається шляхом нагнітання повітря під тиском. Якщо в біологічному фільтрі плівка прикріплена до нерухомого субстрату й омивається стічною рідиною, то в аеротенку роль біологічної плівки виконує так званий активний мул – пластівці у завислому стані, що складаються в основному з бактерій.

До складу активного мулу входять: бактерії – денітрифікатори і значна кількість різних видів мікроскопічних грибів. До мікробів, які адсорбуються активним мулом, належить уся група кишкової палички.

## 2.3 Утворення осадів стічних вод та їх обробка на очисних спорудах

Як було зазначено в попередньому підрозділі, утворення основної маси осадів стічних вод на очисних спорудах відбувається вже на першому етапі їх очищення – при освітленні стічної рідини у відстійниках (механічні методи очищення). Крім того, вторинні відстійники влаштовуються на етапі біологічного очищення стічних вод, наприклад, первинний відстійник – аеротенк – вторинний відстійник – біофільтр (рис. 2.2). Таким чином, на очисних спорудах накопичуються значні обсяги ОСВ. Цей осад погано сохне, має неприємний запах і є небезпечним.

Осад стічних вод містить 95 % води і 5 % вуглеводів, білків, жирів та зольних елементів. При цьому вміст білків становить 20 %, жирів – 15 %, вуглеводів – 35 %, золи – 30 %. За допомогою біохімічної переробки (зброджування) осаду стічних вод на спеціальних установках відбувається його знезараження, а також така заміна структури осаду, яка перетворює його в легкопідсихаючий, зручний для утилізації субстрат.

Розкладання органічної речовини ОСВ за рахунок біохімічних процесів проходить в умовах обов'язкового анаеробіозу (бродіння), без чого ці процеси проходять дуже повільно. При бродінні окиснення одних компонентів відбувається за рахунок інших за активної участі мікроорганізмів. При цьому частково окиснені речовини продовжують окиснюватися далі; речовини, що є слабковідновленими, продовжують відновлятися.

Для біохімічних анаеробних процесів характерним є зброджування ОСВ за дуже високої концентрації органічної речовини. Загальна спрямованість біохімічних процесів полягає в розкладанні органічних

речовин ОСВ, що містять вуглець, з утворенням жирних кислот і з наступним розкладанням їх на водень, діоксид вуглецю, метан та інші сполуки.

У природних умовах при анаеробному бродінні біохімічні процеси проходять у дві фази – з утворенням кислих і лужних продуктів. Причому розкладання органічних речовин при лужному бродінні відбувається значно інтенсивніше і з ширшим діапазоном цих речовин, ніж при кислому. На очисних спорудах можна створити умови, коли бродіння відбувається з накопиченням лише лужних речовин, обминаючи процес кислого бродіння.

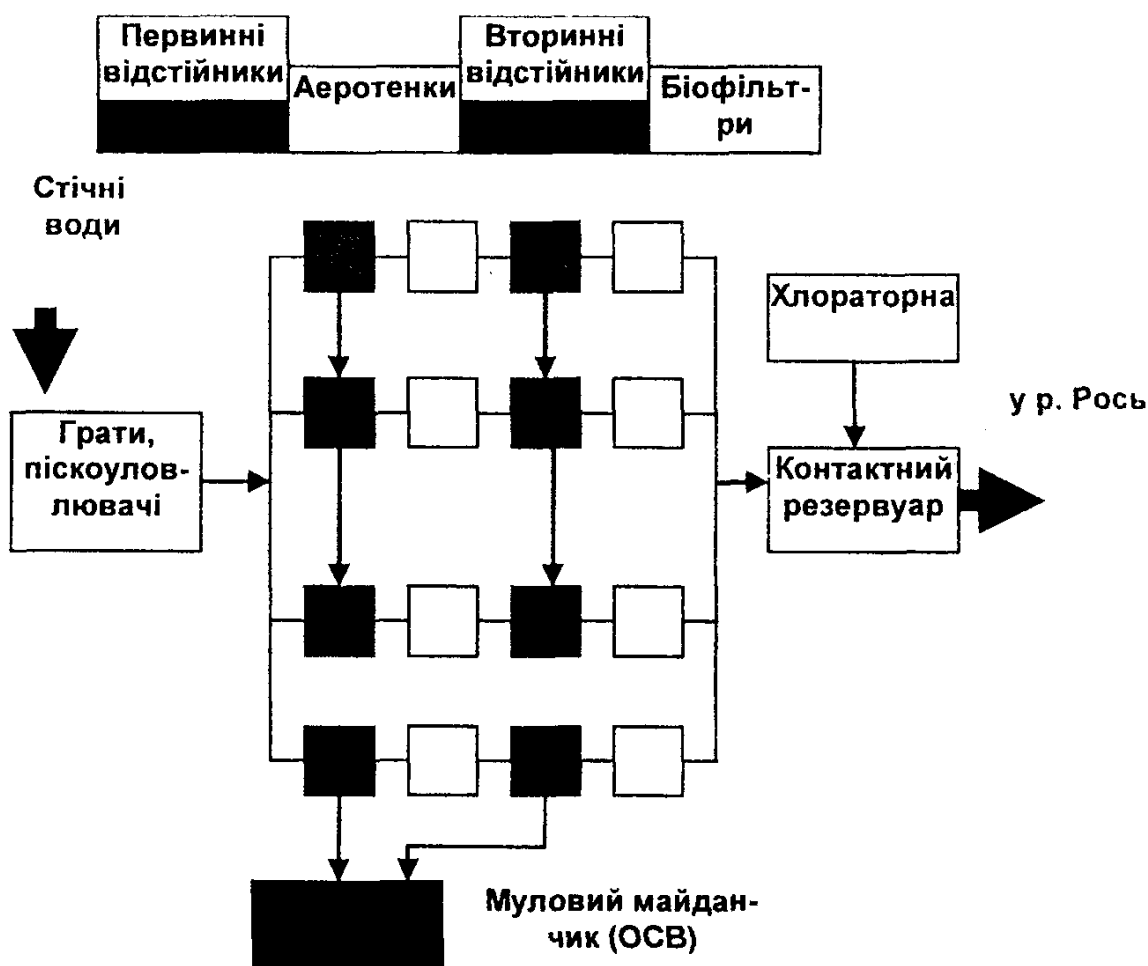


Рис. 2.2. Загальна схема станції очистки стічних вод м. Богуслава Київської області

При кислому бродінні речовини, які містять вуглець, розкладаються до жирних кислот, в основному до масляної та оцтової. Деякі органічні речовини розкладаються до діоксиду вуглецю. Утворені жирні кислоти, у свою чергу, розкладаються з виділенням газів: водню, діоксиду вуглецю, аміаку.

При лужному бродінні речовини, які містять вуглець, також розкладаються до жирних кислот, а діоксид вуглецю утворюється за рахунок вуглецю і кисню з води. Жирні кислоти, розкладаючись, утворюють газу –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  і  $\text{CH}_4$ . При цьому кількість метану є настільки значною, що другу

фазу розкладання органічної речовини часто називають "метановим бродінням". Крім того, при лужному бродінні інтенсивно відбувається і розкладання органічних речовин, які містять азот, з утворенням аміаку.

Увесь процес розкладання органічних речовин при лужному бродінні відбувається значно інтенсивніше, ніж при кислому.

На очисних спорудах процеси анаеробного бродіння використовуються в септиках, двох'ярусних відстійниках, метантенках.

*Септики* – це басейни гниття, тому їх називають "загниваючими". У них поєднані процеси осадження і зброджування ОСВ.

Після запуску септика в експлуатацію поверхня води в ньому темна, гладка. Це означає, що розкладання осаду ще не почалося. Першою ознакою початку бродіння є сильне виділення газів. Через кілька днів уся поверхня септика затягується плівкою, яка потім перетворюється на товсту кірку і газ виділяється лише в місцях її розриву.

У септику відбуваються наступні процеси. Тверда фаза, осівши на дно басейну, спочатку не розкладається, оскільки для розмноження мікробів анаеробного бродіння потрібен певний час. Розкладання органічної речовини супроводжується інтенсивним газоутворенням. Бульбашки газу в результаті гниття піднімаються з дна, захоплюють із собою часточки осаду. Біля поверхні бульбашки газу виходять в атмосферу, але часточки осаду не опускаються на дно, оскільки все нові й нові бульбашки підходять до поверхні разом з мікродозами осаду. Тому часточки ОСВ утворюють спочатку плівку, а потім масивну плівку товщиною інколи до 1 м. Кірка не дозволяє охолонути осаду і масі води, яка бродить.

Позитивними характеристиками септика є простота обладнання, експлуатації, високий відсоток затримки нерозчинених речовин. Недоліки – домінування кислого бродіння, оскільки безперервні порції свіжих ОСВ не дають можливості достатньою мірою розвиватися мікробам II-ї фази розкладання. Очищена стічна рідина, яка витікає із септика, має у своєму складі всі гази анаеробного розкладання ОСВ:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  і практично не має кисню.

Септик є спорудою для обслуговування невеликих об'єктів каналізування (групи будинків, санаторіїв, літніх таборів тощо) – до 500 осіб і обсягом господарсько-побутових стічних вод до  $50 \text{ м}^3/\text{добу}$ . При правильному обладнанні та експлуатації септика він має розташовуватися на відстані не менше 50 м від житлових та громадських споруд. Очищення септика від ОСВ, що накопичилися через малі його розміри, робиться вручну. Зброджений осад становить епідеміологічну небезпеку, тому виникають труднощі з його використанням у вигляді добрив на сільгоспугіддях, оскільки можуть поширюватися гельмінти та виникати інфекції. Вивезення ОСВ на міське звалище може викликати зараження ґрунтових вод, тому зброджений осад, вилучений із септика, необхідно спочатку знезаразити, що досягається підігрівом у котлі до  $60^\circ\text{C}$  протягом

1 год. При цьому повністю гинуть як збудники гострих шлунково-кишкових захворювань, так і яйця гельмінтів.

Залежно від об'ємів стічних вод, септики влаштовуються однокамерні (до 1 м<sup>3</sup>), двокамерні (до 10 м<sup>3</sup>) і трикамерні (понад 10 м<sup>3</sup>).

*Двох'ярусний відстійник (емшер).* У цих спорудах усунуто більшість недоліків септиків: ліквідовано можливість надходження в рідинну фазу газоподібних продуктів, які утворюються при розкладанні ОСВ. Це досягається тим, що стічна рідина проходить у відстійнику по осадових жолобах, один край яких заходить за інший. Через те газ, який піднімається з дна, не потрапляє в стічну рідину, що тече по жолобах. Крім того, склад газів, які досягають поверхні, також відрізняється від складу газів у септику. Йдеться про сірководень, який виділяється при анаеробному розкладанні ОСВ. Оскільки глибина емшерного колодязя набагато більша, ніж септика, сірководень встигає вступити в реакцію із залізом, яке завжди є в стічних водах. У результаті утворюються сульфід заліза, усувається неприємний запах, рідина набуває чорного кольору. Реакція проходить лише в умовах нейтрального чи слабколужного середовища, у кислому середовищі взаємодії між сірководнем і залізом не відбувається.

Над двух'ярусним відстійником влаштовується перекриття для уловлювання газів, які утворюються під час II-ї фази бродіння (метану і діоксиду вуглецю). За нормальних умов процес бродіння проходить за участю двох груп мікробів, які розкладають органічну речовину (рис. 2.3).

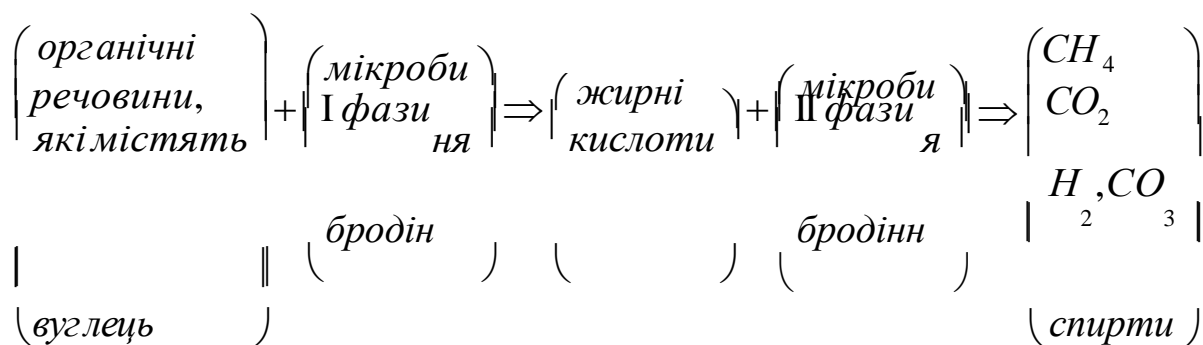


Рис. 2.3. Схематичне відображення процесу збродження ОСВ

Цей процес називається лужним бродінням, яке за правильної експлуатації двух'ярусного відстійника є постійним. ОСВ при цьому набуває чорного кольору та специфічного запаху, який дещо нагадує запах сургучу.

Процес бродіння осаду у двух'ярусному відстійнику відбувається від одного до шести місяців. Зброджений ОСВ надходить для підсушування на мулові майданчики. У ньому також, як і в ОСВ септика, зберігаються яйця гельмінтів і патогенні бактерії, але він не має неприємного запаху і легко віддає воду.

Розкладання органічної речовини у двох'ярусному відстійнику проходить інтенсивніше, ніж у септику. Але й він має санітарні й технологічні недоліки.

Бродіння ОСВ відбувається за невисоких температур, унаслідок чого швидкість розкладання його є невеликою, а вихід газів (такого, зокрема, як метан) незначним. У зимовий період за низьких температур збродження ОСВ є практично неможливим.

Процес бродіння може керуватися у двох'ярусному відстійнику незначною мірою. Єдине, чим може вплинути технолог на хід процесу, це зміна дозування незбродженого осаду та його перемішування. Підігрів твердої фази здійснити неможливо, оскільки крім осаду довелося б підігрівати і увесь об'єм води над ним.

Значна глибина двох'ярусного відстійника (до 11 м) збільшує його вартість і лімітує будівництво там, де рівень ґрунтових вод є низьким.

*Метантенк.* Управління процесом бродіння може здійснюватися шляхом регулювання температури, що практично можливо лише за умови відокремлення осаду стічних вод від рідинної фази. Таке відокремлення відбувається в первинному відстійнику, після чого тверда фаза направляється в спеціальну споруду – метантенк, у якому зброджується при штучному підігріві.

Метантенк – закритий резервуар, призначений для анаеробної переробки ОСВ, а також надлишкового активного мулу аеротенків. Інтенсифікація розкладання органічної частини ОСВ досягається тут штучним підігрівом і перемішуванням осаду. Причому необхідною умовою інтенсивного бродіння є постійне перемішування свіжого осаду із загальною масою вже зрілого. Чим більший об'єм зрілого ОСВ ("бактеріальної закваски"), тим краще працює метантенк.

У метантенку розкладається від 40 до 60 % органічної речовини; значна частина її переходить у газ (70 % метану, 30 % діоксиду вуглецю).

Стосовно термічного режиму вирізняють два види бродіння: *мезофільне* (нижча температура) і *термофільне* (вища температура). При першому температура маси, яка бродить, підтримується в межах від 30 до 35 °С; при другому – від 50 до 55 °С. Термофільне бродіння дозволяє інтенсифікувати технологічний процес. Це дає можливість збільшити завантаження метантенка, а відповідно і вихід кінцевого продукту (в 1,8–2,0 рази). Крім того, при штучному введенні в бродильну масу експериментальних метантенків дуже великих доз патогенних мікробів у термофільних умовах усі вони гинули через кілька годин, а при мезофільному бродінні життєдіяльність їх зберігалася протягом кількох днів. Основною причиною загибелі патогенних мікробів при термофільному бродінні є температурний чинник, а не діяльність мікробів антагоністів.

ОСВ, зброджений у метантенках, вологістю 90–97 %, перекачується на мулові майданчики для підсушування. Це найбільш простий і поширений спосіб підсушування осаду до вологості 75–80 %. Будова цих майданчиків є

різною. Найчастіше – це відкриті, обваловані майданчики (так звані карти), у яких підсихають ОСВ різної витримки за часом. Інколи роблять криті мулові майданчики, завдяки чому не поширюється неприємний запах, не приваблюються мухи. За відсутності ґрунту з доброю фільтруючою здатністю мулові майданчики влаштовуються на штучній основі.

## 2.4 Поводження з осадами стічних вод

В Україні, а також у країнах колишнього СРСР, відповідно до СНиП 2.04.03–85 "Канализация. Наружные сети и сооружения", осад, що утворюється у процесі очищення стічних вод, має бути оброблений для забезпечення можливості його утилізації або складування. Вибір методів стабілізації, зневоднювання та знезараження ОСВ визначається місцевими умовами (кліматичними, гідрогеологічними, містобудівними, агротехнічними тощо), його фізико-хімічними та теплофізичними характеристиками, здатністю до водовіддачі.

Для підвищення концентрації активного мулу при одночасному ущільненні сирого ОСВ і надлишкового активного мулу рекомендується застосування мулоущільнювачів гравітаційного типу (радіальних, вертикальних, горизонтальних), флотаторів і згущувачів.

Для анаеробного зброджування осадів стічних вод з метою стабілізації та забезпечення метанового бродіння застосовують метантенки. Допускається також подача разом з каналізаційними осадами інших органічних подрібнених речовин, які зброджуються (побутове сміття, відходи органічного походження). Для зброджування осадів у метантенках застосовується мезофільний або термофільний режим.

Неущільнений або ущільнений протягом не більше 5 год активний мул, а також його суміш із сирим осадом аеробно стабілізуються на спорудах типу коридорних аеротенків. Аеробна стабілізація може здійснюватися в діапазоні температур від 8 до 35 °С. Для осадів промислових стічних вод тривалість процесу визначається експериментально. Ущільнення аеробно стабілізованого осаду рекомендується здійснювати в окремих мулоущільнювачах або у спеціально виділеній зоні у стабілізаторі протягом не більше 5 год. Вологість ущільненого осаду має бути від 96,5 до 98,5 %. Мулова вода з ущільнювачів подається в аеротенки.

Якщо осади міських стічних вод підлягають механічному зневоднюванню, то попередньо вони обробляються – ущільнюються, промиваються (зброджений осад), коагулюються хімічними реагентами. Необхідність попередньої обробки осадів виробничих стічних вод визначається експериментально. Для ущільнення суміші промитого осаду і води застосовуються ущільнювачі, розраховані на 12–18 год перебування в них суміші при мезофільному зброджуванні і на 20–24 год – при



термофільному режимі. Як реагенти при коагулюванні осадів стічних вод застосовується хлорне залізо або сірчаноокисне окисне залізо і вапно у вигляді 10 %-х розчинів. Механічне зневоднювання здійснюється на вакуум-фільтрах або фільтр-пресах, допускається застосування безперервно діючих горизонтальних центрифуг.

Мулові майданчики влаштовуються на природній основі з дренажем і без нього, на штучній асфальтобетонній основі з дренажем, каскадні з відстоюванням і поверхневим відведенням мулової води, майданчики-ущільнювачі. На вибір типу майданчика впливає характеристика осаду, кліматичні умови, глибина залягання ґрунтових вод. З мулових майданчиків вода подається на очисні споруди.

Осад підлягає знезараженню в рідкому вигляді, після підсушування на мулових майданчиках або механічного зневоднювання. Знезараження і дегельмінтизація сирих, мезофільно зброджуваних і аеробно стабілізованих осадів здійснюється шляхом їх прогрівання до 60 °С з витриманням не менше 20 хв за розрахункової температури. Для знезараження зневоднених ОСВ застосовується біотермічна обробка (компостування) в польових умовах. Компостування осадів здійснюється в суміші з наповнювачами (тверді побутові відходи, торф, тирса, листя, солома, мелена кора) або готовим компостом. Тривалість процесу компостування визначається залежно від способу аерації, складу осаду, виду наповнювача, кліматичних умов і на основі досвіду експлуатації в аналогічних умовах або за даними відповідних науково-дослідних організацій.

Необхідність термічного висушування осаду визначається умовами подальшої утилізації та транспортування. Перед подачею на висушування здійснюється максимально можливе зневоднювання осаду з метою зменшення енергоємності процесу. Вологість висушеного осаду має становити від 30 до 40 %.

Для зберігання механічно зневодненого осаду влаштовують відкриті майданчики з твердим покриттям. Висота шару на майданчиках може становити від 1,5 до 3,0 м.

Для неутилізованих осадів рекомендуються споруди, які б забезпечували їх складування в умовах, що запобігають забрудненню навколишнього середовища.

Отриманий досвід як в Україні, так і в інших державах свідчить, що наявні технологічні схеми поводження з ОСВ можуть відрізнятися одна від одної за способами технічних рішень. Проте всі вони – комбінації наведених вище прийомів поводження з ОСВ.

Осади стічних вод при порушенні правил поводження можуть загрожувати забрудненням водних джерел і довкілля в цілому. Кінцевий склад ОСВ залежить від ступеня очищення стічних вод і може значно змінюватися на різних очисних спорудах залежно від складу господарсько-побутових та промислових стічних вод.

Структура і хімічний склад, біологічні та радіологічні властивості, санітарно-гігієнічний стан і кількість ОСВ можуть змінюватися залежно від методів очищення. При підвищенні ефективності очищення стічних вод об'єм осаду збільшується.

### 3. ШАХТНІ ТА РУДНИЧНІ ВОДИ

Україна належить до держав зі значними запасами надзвичайно різноманітних рудних і нерудних мінеральних ресурсів. На сьогодні її мінерально-сировинна база включає близько 20 000 родовищ і проявів 113 видів корисних копалин, з яких майже 8000 родовищ 97 видів мінеральної сировини мають промислове значення та враховуються Державним балансом нашої країни. У вартісному вигляді розвідані протягом другої половини ХХ ст. запаси цих родовищ оцінюються в 7–7,5 трлн дол США. До промислового освоєння залучено від 40 до 75 % розвіданих корисних копалин. Запаси залізних руд становлять понад 14 % загальносвітових, марганцевих руд – більше 43 %. Україна займає провідні місця у світі за запасами титану, цирконію, урану, літію, графіту, каоліну, вогнетривких глин, сірки, калійних солей, кухонної солі, декоративного каменю тощо.

Україні належать провідні позиції у світі і з видобутку багатьох видів мінеральної сировини: вугілля, залізних і марганцевих руд, титану, графіту, каоліну тощо. Добування цих сировинних ресурсів здійснюється як шахтним, так і відкритим (кар'єрним) способами. При цьому в значних кількостях утворюються такі специфічні відходи гірничопромислового виробництва, як шахтні (рудничні) та кар'єрні води.

**Відходи гірничопромислового виробництва. Негативні наслідки цих відходів.** На Донбасі, Криворіжжі, Волині, у басейні Нижнього Дніпра, інших регіонах України з гірничих виробок відкачується і скидається в поверхневі водні об'єкти щорічно до 1 млрд м<sup>3</sup> зазначених вод. З них 60–75 % мають мінералізацію понад 1000 мг/дм<sup>3</sup>, до 20 % – 3000 мг/дм<sup>3</sup> і більше. Масштабне надходження таких вод у природні водотоки і водойми, їх інфільтрація в перші від поверхні підземні водоносні горизонти призводить до відчутних негативних наслідків – змін гідрологічного і гідрохімічного режиму природних і штучних водних об'єктів, їх замулення, засмічення і забруднення, погіршення умов водокористування, деградації поливних земель тощо.

**Критерії відповідності правилам охорони природних водних об'єктів шахтних і кар'єрних вод, що скидаються у поверхневі водні об'єкти.** Найбільшу екологічну напругу скидання шахтних і кар'єрних вод у поверхневі водні об'єкти створює в Донецькому регіоні. Це зумовлюється тим, що вказані води не відповідають правилам охорони природних водних об'єктів щонайменше за чотирма критеріями:

1. висока мінералізація (понад 1 г/дм<sup>3</sup> – всі шахти, до 3 г/дм<sup>3</sup> – 60 % шахт, більше 3 г/дм<sup>3</sup> – 40 % шахт), через що у водойми і річки щорічно надходить близько 2 млн т розчинених мінеральних солей;
2. забрудненість зваженими речовинами (90–100 мг/дм<sup>3</sup>), що спричиняє замулювання водойм і водотоків;
3. бактеріальна забрудненість;

4. підвищений вміст важких металів (їх концентрації перевищують гранично допустимі в 1,5–15 разів).

Об'єми шахтних і кар'єрних вод, що скидаються, порівнянні з об'ємами щорічного стоку всіх річок регіону і вкрай негативно впливають на нього. Тому перед Донбасом, а також суміжними регіонами України стоять дві найскладніші задачі, пов'язані з розв'язанням проблеми водних ресурсів: раціональне їх використання; охорона водних об'єктів від забруднення і виснаження.

**Основні екологічні задачі, що з розв'язанням проблеми водних ресурсів, та шляхи їх вирішування.** Ці задачі мають вирішуватися також при консервації шахт у процесі реструктуризації вугільної промисловості. Незалежно від способів консервації проблема шахтних і кар'єрних вод не зникає, оскільки їх кількість і масштаби солевиносу у водні об'єкти практично не змінюються. Перекидання потоків води на сусідні шахти проблеми не розв'язує. Відповідь на запитання "Куди подіти шахтні води?" лежить в іншій площині, а саме у визначенні і реалізації можливостей очищення і використання шахтних вод на технологічні потреби гірничих виробництв і суміжних підприємств. Такий підхід диктується також дефіцитом прісних вод в Україні в цілому, особливо в промисловому Донбасі, дефіцит яких постійно зростає.

### 3.1 Формування і основні властивості шахтних і рудничних вод

**Формування шахтних і рудничних вод.** Шахтні, рудничні, кар'єрні води формуються за рахунок підземних і поверхневих вод, що проникають у відповідні гірничі виробки. Це значно ускладнює їх розробку і наступне добування корисних копалин. Тому для забезпечення нормальної експлуатації рудників і шахт гірничі виробки осушують шляхом водовідливу. Величини водоприпливу в шахти визначаються геологічними, гідрогеологічними і кліматичними умовами родовищ, ступенем розгалуженості річкової мережі, способами підготовки шахтних і рудничних полів. Обводненість родовищ характеризується коефіцієнтом водонадходження, що являє собою відношення кількості води, яка відкачується на поверхню ( $m^3$ ) до кількості видобутої руди, вугілля, іншої мінеральної сировини ( $t$ ) за одиницю часу.

Найбільшим водоприпливом характеризується шахти і рудники, розміщені в регіонах з підвищеною кількістю атмосферних опадів, у районах річок, великих озер, водосховищ. Зі збільшенням глибини розробки корисної копалини водоприплив зменшується. Його величина вимірюється кількістю води ( $m^3$ ) за одиницю часу ( $m^3/год$ ). Відомо, що підземні води на глибині гірничих виробок накопичуються за рахунок атмосферних опадів і поверхневих вод; гірські породи насичуються водою й утворюють напірні і безнапірні водоносні горизонти.

Підземні води поділяють на тріщинно-пластові, тріщинні, карстові. Тріщинно-пластові води рухаються по тріщинах пластів слабоводопроникних порід. Пороово-пластові води приурочені до рихлих ґрунтів (пісок, гравій, галечник). У скельних породах поширені тріщинні води. Карстові води утворюються при вивітрюванні карстових порід.

**Охарактеризувати по зонам хімічний склад підземних вод.** Хімічний склад підземних вод визначається глибиною залягання і залежно від її величини характеризується доволі чітко вираженою зональністю. Як правило, за глибиною залягання підземні води поділяються на три зони. У верхній зоні активного водообміну зазвичай поширені прісні гідрокарбонатні води, що утворюються в процесі інфільтрації ґрунтових вод. Ця зона може поширюватися на глибину до 300 м. Хімічний, зокрема мінеральний, склад вод цієї зони визначається кліматичними умовами, складом гірських порід і рельєфом місцевості. Зі збільшенням глибини гідрокарбонатні води переходять у гідрокарбонатно-сульфатні і сульфатно-гідрокарбонатні. У посушливих регіонах мінералізація ґрунтових вод підвищується. Середня зона з незначним водообміном характеризується відновлювальним середовищем. Води цієї зони більшою частиною сульфатно-натрієво-кальцієві чи гідрокарбонатно-натрієві, перехідні у хлоридно-гідрокарбонатно-натрієві. Глибина зони простягається на 500–600 м, у випадку тектонічних порушень може досягати 1000 м і більше. Води нижньої зони характеризуються застійним режимом, високою мінералізацією і доходять до глибин 1000 і більше метрів. Це води переважно морського походження, склад яких протягом тривалого часу зазнав суттєвих змін. За сольовим складом води цієї зони належать до хлоридно-кальцієво-натрієвого типу.

**Формування хімічного складу шахтних і рудничних вод** залежить від літолого-мінералогічного складу гірських порід, умов живлення водоносних горизонтів і інтенсивності водообміну, клімату, антропогенних чинників. У процесі інфільтрації у воду з гірських порід переходить значна кількість різних водорозчинних солей, зокрема карбонатів, сульфатів і хлоридів лужних металів. Води з підвищеною сульфатною мінералізацією формуються в породах гіпсу, мірабіліту, галіту. Такі води містять переважно хлориди, що надходить із галітів. У результаті контакту підземних вод, що надходять у гірничі виробки, з породами може відбуватися іонний обмін. Метаморфізація іонно-сольового складу можлива також при взаємодії кисню повітря і розчинених солей. За наявності піриту в породах у певних умовах під дією кисню повітря і тіонових бактерій часто формуються кислі води.

**Характерною особливістю шахтних вод** є значна різноманітність їх хімічного складу. Вони містять велику кількість домішок неорганічного і органічного походження, можуть мати бактеріальне забруднення. До мінеральних компонентів належать часточки піску, глини, мінеральні включення вугілля і руд (кварц, пірит, карбонати), розчинені солі, луги, кислоти. В органічних речовинах зустрічаються часточки вугілля, озокерит,

нафтові вуглеводні, мінеральні оливи, продукти життєдіяльності різних живих організмів. До бактеріальної складової шахтних, рудничних і кар'єрних вод належать різноманітні мікроорганізми, переважно плісняві гриби, мікроби кишкової групи тощо.

Кількість завислих часток у шахтній і рудничній воді залежить від гірничо-геологічних і технологічних умов гірничої виробки і змінюється від 0,045 до 2–3 г/дм<sup>3</sup>. Так, середній вміст завислих речовин у шахтних водах Донецького басейну коливається в межах 0,15–0,55 г/дм<sup>3</sup>. Величина окремих часточок становить переважно 10–90 мкм. На вміст зважених часток впливає величина водоприпливу в шахту, міцність і вологість порід та руд, потужність і структура продуктивного пласта, речовинний склад руди і породи. При зволоженні і розмоканні порід у воду переходять важкоосаджувані глинисті частки, які мінералогічно представлені каолінітом, аргілітом, монтморилонітом, алевритом тощо.

**Мінералізація шахтних вод по окремих виробничих об'єднаннях Донбасу.** Мінералізація шахтних вод коливається в широких межах як за вмістом, так і складом різних солей. Кількість мінеральних солей може значно змінюватися навіть у межах однієї шахти, однак для кожного окремого вугільного чи рудного басейну ці зміни мають певні межі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Об'єми і мінералізація шахтних вод по окремих виробничих об'єднаннях Донбасу

№ п/п	Виробниче об'єднання	Об'єм мінералізованих скидних шахтних вод				Водоприймач скидних вод
		всього, млн м³/рік	в т. ч. з мінералізацією, г/дм³			
			до 3	3–5	понад 5	
1	Макіївкавугілля	66,28	24,77	10,70	30,81	рр. Кальміус, Міус
2	Червоноармійськвугілля	77,58	33,57	39,40	4,60	рр. Сів. Донець, Самара
3	Луганськвугілля	52,71	42,29	10,42	-	р. Сів. Донець
4	Донецьквугілля	59,00	8,01	40,60	10,40	рр. Самара, Кальміус
5	Донбасантрацит	88,85	10,76	17,20	0,92	рр. Сів. Донець, Міус
6	Кадіїввугілля	55,17	10,44	10,20	4,53	р. Сів. Донець
7	Ростоввугілля	66,58	29,08	28,21	9,29	р. Сів. Донець
8	Гукововугілля	51,69	6,22	14,28	31,19	р. Сів. Донець

У різних вугільних басейнах зустрічаються як прісні, так і солонуваті і сильносолонуваті шахтні води. Як видно з табл. 3.1, у Донецькому басейні

шахтні води належать до слабосолонуватих і солоних вод. На шахтах Донбасу і близької до нього Ростовської області Російської Федерації зазначені води найчастіше належать до сульфатного класу натрієвої групи II-го типу, рідше – до гідрокарбонатного і хлоридного класів магнієвої, натрієвої і кальцієвої груп.

**Іонний склад і загальний вміст солей у шахтних водах** також змінюється в доволі широких межах (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Іонний склад води деяких шахт виробничих об'єднань Донецьквугілля і Сніжнеантрацит (мг/дм<sup>3</sup>)

Іон	Шахта		
	Петрівська	Тернавська	Зоря
Na <sup>+</sup>	1523	3000	100
K <sup>+</sup>	32	57	19
Ca <sup>2+</sup>	142	212	212
Mg <sup>2+</sup>	145	120	120
Cl <sup>-</sup>	1635	5760	344
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1397	390	420
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	622	-	639
Загальний вміст солей	5014	9540	1844

Рудничні (кар'єрні) води найбільш відомих вугільних розрізів (Кузнецький і Підмосковний вугільні басейни Російської Федерації, Олександрійський вугільний регіон України тощо) характеризуються помірною (3–6 мг-екв/дм<sup>3</sup>) жорсткістю. Води шахт Донбасу мають жорсткість 15–30 мг-екв/дм<sup>3</sup>. На деяких шахтах Донецького басейну зустрічаються кислі шахтні води з рН від 2,5 до 3,2. Ці води належать до сульфатно-хлоридного класів кальцієвої і магнієвої груп і відзначаються підвищеним вмістом заліза і алюмінію, солі яких у відкачуваних водах легко гідролізують. Внаслідок цього концентрація водневих іонів у таких водах ще більше зростає, а рН зменшується. Наявність підвищеного вмісту заліза у воді (90–720 мг/дм<sup>3</sup>) і його гідроліз надає скидним шахтним водам бурого забарвлення.

**Вміст органічних речовин у шахтних і кар'єрних водах** змінюється у широких межах. У водах Донецького басейну він досягає 6,5–40 мгО/дм<sup>3</sup> (за біхроматної окиснюваності води).

Величини біохімічної потреби в кисні суттєво коливаються навіть у межах одного басейну. Води шахт Донбасу та об'єднання Ростоввугілля мають БСК<sub>5</sub>, що дорівнює 0,36–85,9 мгО/дм<sup>3</sup>.

Наявність нітратів у шахтних і кар'єрних водах свідчить про забруднення їх продуктами розпаду тваринного походження. Зазвичай вміст нітратів і амонійних іонів у воді невеликий: 1–13 і 0,1–0,8 мг/дм<sup>3</sup> відповідно.

**Бактеріальне забруднення шахтних і кар'єрних вод** зумовлене надходженням до них продуктів гниття органічних матеріалів і субстратів, живих мікроорганізмів. Останні створюють сприятливі умови для розвитку патогенних бактерій, які можуть спричиняти різні шлунково-кишкові захворювання (черевний тиф, дизентерію тощо). Шахтні води характеризуються помірним бактеріальним забрудненням. Їх колі-титр звичайно лежить у межах 0,01–0,001 см<sup>3</sup>.

**Класифікація скидних шахтних і кар'єрних вод та стічних вод гірничодобувних підприємств.** Слід відзначити, що до шахтних і кар'єрних вод перед їх скиданням у поверхневі водні об'єкти часто додаються стічні води гірничодобувних (вугледобувних) підприємств як цілісних промислово-господарських інфраструктур. Тому загалом скидні води цих інфраструктур поділяються на такі класи: попутно забрані (шахтні, кар'єрні, дренажні), виробничо-технологічні (технологічні, охолоджуючі, промивно-знепилуючі), поверхнево-схилові (дощові, талі, поливально-мийні), господарсько-побутові (банно-пральні, господарські мийні, локальні каналізаційні). Тому скидні води гірничодобувних і гірничо-збагачувальних підприємств та їх об'єднань у цілому є найпотужнішим чинником негативної дії на практично всі компоненти поверхневих водних об'єктів, що слугують приймачами чи накопичувачами зазначених вод. Надходження останніх у природні водні об'єкти значно погіршує умови та ефективність господарсько-побутового водокористування, поливного землеробства на основі місцевих водних ресурсів, рибогосподарської діяльності тощо.

**Негативний вплив на довкілля вугледобувних і вуглезбагачувальних підприємств.** За масштабами інтегрального впливу на навколишнє середовище однією з найбільш складних галузей гірничодобувної промисловості завжди була і залишається вугільна промисловість. До характерних напрямів негативного впливу на довкілля вугледобувних і вуглезбагачувальних підприємств належать:

1. забруднення водних об'єктів шахтними, кар'єрними (при відкритому добуванні вугілля), виробничими і господарсько-побутовими скидними і стічними водами, порушення гідрологічного режиму поверхневих вод, гідродинамічного і гідрохімічного режиму підземних вод;
2. вилучення із землекористування і порушення земель, забруднення їх відходами добування і переробки вугілля;
3. забруднення повітряного басейну викидами гірничо-транспортного обладнання, промислових і комунальних котелень, аспіраційних систем, відвалів і териконів, що горять.

**Негативні наслідки підприємств вугільної промисловості.** Підприємства вугільної промисловості відкачують дуже великі об'єми шахтних вод. Загалом гірничі виробництва скидають до регіональної гідрологічної мережі близько 10 м<sup>3</sup> шахтних вод на 1 т добутого вугілля чи руди. Якісний склад шахтних вод досить різноманітний і суттєво змінюється



по вугільних басейнах, родовищах, районах. Їх скидання в наземну гідрографічну мережу викликає відчутне замулення, засолення та закислення водойм і водотоків, порушуючи тим самим екологічну рівновагу у водних об'єктах вугільних басейнів. Постійна передислокація гірничих робіт на більш глибокі горизонти і значне ускладнення внаслідок цього гідрогеологічних умов призводять до подальшого зростання об'ємів і забрудненості вод, що забираються попутно, різноманітними органічними і мінеральними речовинами, а також виснаження підземних водоносних горизонтів, у тому числі насичених чистою питною водою. Шахти Донбасу при цьому відкачують більш мінералізовані води з діючих гірничих виробок. Шахтні і кар'єрні води часто скидаються у ставки з повністю фільтруючим ложем без будь-якої демінералізації. Такі води фільтруються через дно ставків-накопичувачів, надходять у ґрунти і водоносні горизонти, що призводить до їх інтенсивного засолення.

### 3.2 Методи очищення скидних вод гірничодобувного виробництва

На сьогодні переважна частка шахтних, рудничних та кар'єрних вод, що є по суті своєрідними рідкими відходами гірничого виробництва, відкачується безпосередньо із гірничих виробок і обробляється, насамперед, з метою видалення зважених речовин і знезараження водної фази. Вибір і ефективність застосування тих чи інших методів очищення зазначених вод зумовлюється їх фізико-хімічними властивостями, а також кліматичними та іншими природними умовами територій, де є родовища корисних копалин.

У нашій країні і за кордоном застосовуються механічні, фізико-хімічні, хімічні (реагентні), електрохімічні та деякі інші методи очистки скидних вод гірничодобувних підприємств.

**Методи очищення скидних вод гірничодобувного виробництва.** Механічні методи (відстоювання, фільтрування, виділення твердої фази під дією відцентрових сил, ущільнення осадів на центрифугах і вакуум-фільтрах) використовуються в основному як попередні методи очистки. Вони звільняють воду тільки від механічних домішок різної крупності, тобто освітлюють її. При хімічних методах очистки застосовують реагенти для зміни хімічного складу домішок або їх структури (коагулювання, флокулювання, нейтралізація, оброблення хлором тощо). Фізико-хімічні методи полягають у вилученні шкідливих домішок шляхом зміни агрегатного стану води (дистиляції, виморожування), впливу на неї ультразвуком, опроміненням ультрафіолетовими променями, обробкою екстракційними реагентами.

**Методи освітлення шахтних, рудничних і кар'єрних вод.** Освітлення шахтних, рудничних і кар'єрних вод здійснюється шляхом їх відстоювання і фільтрування. Для прискорення процесу відстоювання застосовують

попередню хімічну (реагентну) обробку води. Для цього до неї додають реагенти (коагулянти, флокулянти), які мають заряд, протилежний заряду завислих часток: сірчаноокислий алюміній ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), сірчаноокисле і хлорне залізо ( $\text{FeSO}_4$  і  $\text{FeCl}_2$ ), поліакриламід (ПАА), поліетиленімін (ПЕІ). Відстоювання здійснюється в ставках-освітлювачах, відстійниках різних конструкцій (горизонтальних радіальних, вертикальних, тонкошарових). Видалення зважених часток після їх утворення та агрегатування здійснюється також під впливом відцентрових сил. Застосування відцентрових пристроїв (відкритих чи напірних гідроциклонів, мультициклонів) доцільне для очистки вод, що містять багато великих важких зависей. Контактні освітлювачі забезпечують ефективну очистку каламутної води із вмістом зависі до  $150 \text{ мг/дм}^3$ . Вони характеризуються високою ємністю щодо бруду, великою тривалістю міжпромивного періоду. Після попереднього освітлення у відстійниках, освітлювачах чи гідроциклонах для досягнення необхідної якості (згідно з нормативними показниками) воду доочищують шляхом фільтрування. Для цього використовуються мікрофільтри, фільтри із зернистим завантаженням, контактні освітлювачі, швидкі і надшвидкі напірні фільтри, які забезпечують розділення твердої і рідкої фаз, виділення тонкодисперсних, а також колоїдних твердих і рідинних часток.

**Методи знезараження шахтних, рудничних і кар'єрних вод.** Знезараження води здійснюється зразу після її освітлення. Необхідність цієї технологічної операції зумовлюється тим, що освітлення шахтної (рудничної) води не забезпечує повного видалення з неї бактеріальної і вірусної мікрофлори, у тому числі хвороботворної. Тому освітлені стічні води перед їх повторним використанням, зокрема технічним чи відведенням у різні водойми, обов'язково піддають надійному знезараженню. Знезараження здійснюють хлоруванням, озонуванням, дією інших сильнодіючих окисників, бактерицидним опроміненням. Найпоширенішим на сьогодні методом знезаражування є хлорування води. При цьому використовуються такі реагенти, як зріджений хлор ( $\text{Cl}_2$ ) і гіпохлорит натрію ( $\text{NaClO}$ ).

**Метод реагентного видалення з води кальцію і магнію в шахтних, рудничних і кар'єрних водах.** Реагентне видалення з води кальцію і магнію спрямоване на оптимізацію (відповідність нормативам) такого показника її хімічного складу, як "твердість". Йони кальцію і магнію ( $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ ) можуть бути видалені зі скидних шахтних та кар'єрних вод у вигляді карбонату кальцію і гідроксиду магнію ( $\text{CaCO}_3$  і  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) шляхом реагентного "пом'якшення" цих вод содово-вапняковим чи содово-каустичним методами. При содово-вапняковому методі гідроксид кальцію витрачається на осадження солей, які зумовлюють карбонатну і магнієву твердість води, а карбонат натрію видаляє солі некарбонатної кальцієвої твердості. При содово-каустичному методі, який застосовується значно рідше, їдкий натр осаджує іони магнію, а сода — іони кальцію. Зазвичай ці процеси здійснюються у відстійниках чи освітлювачах. Часто реагентне пом'якшення

води проводиться одночасно з процесом коагуляції зважених у ній часток в одних і тих же пристроях (коагулянт – сульфат заліза). Найраціональнішим способом вилучення іонів кальцію з води є декарбонізація її вапном або декальціонування з допомогою їдкого натру чи соди у вихрових реакторах.

**Метод опріснення шахтних, рудничних і кар'єрних вод.** Найбільш ефективним і освоєним технічно методом знешкодження солонуватих і солоних шахтних і кар'єрних вод є їх опріснення (демінералізація) перед скиданням у природні водотоки і водойми.

**Опріснення** шляхом дистиляції тривалий час домінувало серед усіх інших методів, що застосовувалися для цього. Цей метод дозволяє будувати і використовувати багатокорпусні потужні випарники будь-якої продуктивності. Однак за енергетичними витратами він є найдорожчим.

За сумарною продуктивністю другим методом опріснення води (після дистиляційного) є електродіаліз. Для мало- і середньомінералізованих вод (3–10 г/дм<sup>3</sup>) цей метод можна також вважати достатньо прийнятним і за економічними критеріями.

На сучасному етапі технічного розвитку гірничодобувного комплексу для демінералізації шахтних і кар'єрних вод найбільш економічно вигідним можна вважати метод зворотного осмосу. Перспективним напрямом у його практичній реалізації є застосування динамічних мембран. Такі мембрани формуються в процесі фільтрування опріснюваної води, до якої додаються спеціальні дисперсні добавки, через пористі підложки з відповідним розміром фільтруючих пор. Проникність таких мембран на порядок вища від проникності значно поширених ацетилцелюлозних мембран, крім того, вони дуже легко регенеруються.

Головним недоліком мембранних методів опріснення води (електродіалізу і зворотного осмосу) є невисокий ступінь концентрування солей (лише в 3–5 разів). До того ж їх широкому застосуванню перешкоджає відсутність ефективних способів утилізації розбавлених розсолів, що утворюються на опріснювальних установках, та утворення осадів на мембранах.

Для успішної роботи технологічної мембранної апаратури вміст завислих речовин у воді, яка опріснюється, має відповідати нормам, прийнятим для питної води (до 1,5 мг/дм<sup>3</sup>). Вивільнення шахтних вод від зависей і колоїдів до такого рівня, а також від мікроорганізмів може бути досягнуто шляхом коагуляції зазначених домішок із сульфатом алюмінію або хлоридом заліза (III).

При опрісненні води електродіалізом існує два технологічних бар'єри: карбонатний і сульфатний. Перший із них зумовлюється відкладенням на мембранах карбонату кальцію, другий – сульфату кальцію. Через це із шахтної, кар'єрної (рудничної) води перед електродіалізом необхідно вилучити іони кальцію до концентрацій 0,05–1,0 мг-екв/дм<sup>3</sup>. Такий високий ступінь декальціонування води перед електродіалізом може бути досягнутий тільки із застосуванням Na-катіонування або додаткового фосфатного

пом'якшення. Регенераційні розчини хлориду натрію для натрій-катіонних фільтрів можна легко отримати при комплексній переробці шахтних вод. За іншою схемою застосування електродіалізу для декальціювання води доцільно проводити реагентним методом, а додаткове пом'якшення її здійснювати на катіонітових фільтрах.

Підвищений вміст у шахтних водах розчинених органічних речовин погіршує перебіг процесу електродіалізу, тому їх концентрації не повинні перевищувати нормативів, установлених для води джерел господарсько-побутового і питного водопостачання. При опрісненні води мембранними методами особливо небезпечним є підвищений вміст іонів і інших розчинених сполук заліза і марганцю. Концентрація заліза не повинна перевищувати 0,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Для запобігання біологічним обростанням у мембранних апаратах і трубопроводах доцільно здійснювати попереднє хлорування опріснюваної води дозами, які дають концентрацію залишкового хлору 0,3–0,5 мг/дм<sup>3</sup>. В електродіалізаторах для цієї мети може використовуватись хлор, який виділяється в анодній камері.

### 3.3 Зменшення впливу скидних вод гірничодобувних підприємств на довкілля

У сучасних умовах найбільш поширені в Україні технологічні схеми діючих і проектованих очисних споруд для шахтних і рудничних (кар'єрних) вод передбачають в основному видалення з них завислих речовин, частково – органічних забруднень, знезараження, реагентну обробку та освітлення води, що скидається. Загальний вміст розчинених мінеральних сполук, зокрема іонів лужних і лужноземельних металів, а також гідрокарбонатних, сульфатних і хлоридних іонів при очистці шахтних чи рудничних вод практично не змінюється. Це зумовлюється тим, що ці сполуки (іони) із солонуватих, наприклад, шахтних вод на очисних спорудах не виділяються і не затримуються.

Зазначена специфіка технології очистки скидних і стічних вод шахт і рудників є однією з основних причин зниження якості води у природних водоймах-приймачах навіть очищених стічних (скидних) вод за таким показником, як загальна мінералізація. Тобто відбувається сольове забруднення природних водних об'єктів. Так, за даними багаторічного екологічного моніторингу, на Донбасі внаслідок збільшення техногенного навантаження на гідросферу спостерігається постійний розвиток масштабів і кількості осередків забруднення підземних вод, стійкий ріст їх мінералізації за останні 25–30 років: від 0,5–1,0 до 1,5–3,0 мг/дм<sup>3</sup> і більше. При цьому площі розвитку прісних підземних вод із загальним солевмістом до

1,0 мг/дм<sup>3</sup> скоротилися в чотири рази, а площі вод з підвищеною мінералізацією зустрічаються практично на всіх територіях даного регіону.

**Зменшення негативного впливу гірничих підприємств на довкілля** потребує здійснення заходів комплексного характеру. Необхідно постійно вдосконалювати економічні механізми регулювання природокористування, у тому числі водокористування з врахуванням повного обсягу витрат на відшкодування збитків, що наносяться виробничим процесом навколишньому середовищу. Важливе значення при цьому надається створенню галузевого екологічного фонду на основі існуючої законодавчої і нормативної бази.

Для отримання неперервної і повної інформації про стан довкілля необхідно розвивати і вдосконалювати систему екологічного моніторингу, який має забезпечувати достовірну оцінку зазначеного стану та обґрунтування керівних рішень щодо його поліпшення. Заходи мають включати формування комплексних програм розвитку виробництва для кожного підприємства щодо забезпечення раціонального і безпечного природокористування.

У технологічному аспекті найважливішим завданням є зменшення скидів забруднених шахтних і кар'єрних вод за рахунок підвищення якості їх очистки, ширшого використання очищених вод на технічні потреби підприємств. У разі такого використання до води ставляться загальні вимоги: безпечність для здоров'я обслуговуючого персоналу, відсутність негативних органолептичних властивостей, корозійної дії щодо металу і бетону. Така вода не повинна спричиняти біологічних обростань і сольових відкладень, погіршувати техніко-економічні показники виробничого процесу, зумовлювати виникнення нештатних чи аварійних ситуацій.

**Використання очищених скидних (стічних) вод вугільної шахти.** Стосовно використання очищених (освітлених, демінералізованих або пом'якшених, обов'язково знезаражених) скидних чи стічних вод конкретного гірничого підприємства, зокрема вугільної шахти, слід відзначити, що вони, насамперед, можуть слугувати:

- ❖ теплоносіями для безконтактного охолодження різних продуктів чи захисту машин і апаратів від руйнування внаслідок перегріву (при цьому вода лише нагрівається і додатково не забруднюється);
- ❖ середовищем, що поглинає і транспортує механічні чи розчинні домішки при безпосередньому контакті з ними (збагачення вугілля, пилоподавлення, при яких вода повторно забруднюється твердими зваженими і розчиненими речовинами);
- ❖ середовищем і теплоносієм при прямому контакті з сировиною і побічними продуктами виробництва, наприклад, при уловлюванні і очистці підземних чи викидних газів (при цьому вода нагрівається і стає більш активною у фізико-хімічному відношенні).

Пилоподавлення є одним із найбільш водоемісних процесів у технології добування вугілля. У загальному об'ємі водоспоживання витрати

води на нього становлять близько 40 %. У шахтах зі значним виділенням метану проводиться обов'язкова дегазація вугільних пластів з допомогою вакуум-насосних станцій. Вода використовується як охолоджувач. Для цього вона проходить попередню підготовку (пом'якшення, зменшення загального солевмісту). Таку воду можна використовувати для профілактичного замулювання гірничих виробок, при гідравлічному добуванні вугілля, для технічних потреб механічних цехів, котельних установок, у процесах гідрозакладки, гасіння пожеж тощо.

Загальні витрати води для котельних установок приймаються рівними 0,58 м<sup>3</sup>/Гкал, у тому числі на поповнення втрат зворотної системи тепломережі – 0,25 м<sup>3</sup>/Гкал, на водопідготовку і продувку котлів та інші потреби – 0,33 м<sup>3</sup>/Гкал. Прісна (опріснена) шахтна вода, що використовується для живлення котлоагрегатів, має проходити відповідну підготовку, характер і масштаби якої залежить від хімічного складу та інших властивостей вихідної води. Така підготовка передбачає зниження лужності води, її пом'якшення, зменшення вмісту заліза, марганцю, загального вмісту солей.

При використанні води в процесах гідрозакладки виробленого підземного простору особливих вимог до її складу не висувається, за винятком запаху, що не повинен перевищувати 3 балів, і величини рН, яка має дорівнювати 6–8 одиницям з врахуванням корозійної стійкості обладнання.

## **4 ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДХОДІВ НА ҐРУНТИ Й ПРИРОДНІ ВОДИ**

Пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів має передбачати повне збирання, ефективне знешкодження і видалення відходів, а також дотримання вимог екологічної безпеки при поводженні з ними. Для цього на загальнодержавному, відомчому і місцевому рівнях необхідно забезпечити зведення до мінімуму утворення будь-яких відходів та зменшення їх токсичності. Крім того, необхідно також сприяти максимально можливій утилізації різних відходів шляхом їх прямого, повторного чи альтернативного використання як потенційної чи реальної ресурсно-цінної сировини ( Закон України "Про відходи")

### **4.1. Залучення відходів до відтворювального циклу**

Залучення відходів виробництва і споживання у відтворювальний цикл у вигляді вторинної сировини виступає важливим джерелом задоволення потреб економіки, і що особливо актуально на сьогодні, – складовою частиною виконання програм охорони навколишнього природного середовища.

Частка вторинної сировини в загальному споживанні ресурсів в Україні завжди була досить відчутною і наприкінці ХХ ст. складала близько 20 %. При цьому не враховувалося використання багатьох багатотоннажних відходів як інертної маси для засипання балок, будівництва дамб, робіт з рекультивації відвалів, засипання кар'єрів за технологією зворотного відвалоутворення тощо.

Незважаючи на певні позитивні зрушення в переробці відходів як вторинної сировини, протягом останнього десятиріччя зазначена проблема не втратила своєї гостроти. І досі використовується не більше третини найцінніших відходів. У деяких галузях промисловості, насамперед гірничодобувних, нагромадження відходів триває. Відповідно зростають витрати на їх вивезення і складування. Значні обсяги утворення, накопичення і складування як промислових, так і побутових відходів призводять до подальшого відчуження цінних земельних угідь, забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних водних ресурсів. Це особливо стосується тих регіонів, де зосереджена важка промисловість.

Найбільше відходів, які можна використовувати в господарському комплексі країни, виникає у процесі гірничо-збагачувального виробництва. Однак на сьогодні повторне використання цих відходів не перевищує 50–

60 %. Триває накопичення золи і золошлакових відходів, основними джерелами яких є теплові електростанції. Рівень використання цих відходів залишається низьким, становлячи в цілому близько 16–20 %.

На шахтах і збагачувальних фабриках України на початок 2000-х років щорічно утворювалося понад 30 млн т супутніх порід та інших твердих і рідких відходів, однак рівень їх використання не перевищував 10–15 %. Це призводить до постійного збільшення обсягів накопичення відходів вуглевидобутку і вуглезбагачення, абсолютна величина яких на сьогодні наближається до 200–250 млн т.

На підприємствах металургійної промисловості щорічно утворюється 20–30 млн т металургійних шлаків доменного, сталеплавильного і феросплавного виробництва. Рівень їх використання на початку 90-х років минулого століття становив понад 90 %. На початок 2000-х років він зменшився більш ніж удвічі.

Значні площі земель відводяться під складування шламів глиноземного виробництва (червоних шламів), майже вся кількість яких утворюється в Миколаївській області. Низький рівень їх використання (не більше 5 %) призводить до того, що кожного року загальний обсяг їх накопичення збільшується на 2–3 млн т.

У Дніпропетровській області інтенсивно накопичуються відходи, утворені при збагаченні поліметалічних руд. Щорічно їх утворюється 4–5 млн т. Зазначені відходи збагачені токсичними важкими металами і становлять значну загрозу як джерело забруднення земель, місцевих водних об'єктів, ґрунтових вод.

Слід однак відзначити, що в Україні є й такі відходи, які традиційно використовуються (як вторинна сировина) доволі інтенсивно. Так, частка використання глин бентонітових для виробництва керамзиту постійно тримається на рівні 80–90 %.

Існує можливість дезактивації (для наступного використання) деяких промислових відходів біологічними методами. Їх застосування дозволяє здійснити утилізацію відходів з отриманням екологічно прийнятних речовин, які можна використовувати як добривальні добавки. Для цього застосовуються методи ґрунтової біотехнології, умовами успішної реалізації якої є підбір відповідного середовища живлення, сприятливого для життєдіяльності і розвитку мікроорганізмів, визначення їх якісного складу та оптимальних співвідношень. Особливістю таких методів є можливість регулювання характеру біологічних процесів, що здійснюються спільнотами мікроорганізмів (біоценозом), пов'язаними в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (симбіоз, метабіоз тощо).

Існують розробки щодо біологічної переробки і дезактивації, наприклад, нафтових відходів і забруднених ними природних і штучних речовин і субстратів з допомогою анаеробних і аеробних мікроорганізмів-деструкторів, спеціально селекціонованих для трансформації і розкладу нафтових вуглеводнів.



Ефективність процесів мікробіологічної деструкції тих чи інших відходів залежить від чинників, які можна регулювати в достатньо широких межах. Наприклад, змінюючи температуру, яка для аеробних процесів має становити 20–30 °С, однак для різних видів бактерій і найпростіших може варіювати від 5 до 85 °С. На розвиток таких мікроорганізмів впливають і інші фізико-хімічні чинники, наприклад вологість чи рН середовища, які теж можна відповідним чином оптимізувати.

Зазначені методи доцільно використовувати для переробки бурого вугілля і відходів, утворених при його добуванні і кондиціюванні, лігніну, сланців, відходів цукрового виробництва (дефекаційний шлам), маточно-спиртової барди, інших відходів, збагачених органічними речовинами і такими елементами живлення, як азот, фосфор, калій. При цьому як калійну сировину можна використовувати цементний пил, який накопичується на електрофільтрах цементних заводів. Із відходів хімічної промисловості цінною калійною вторинною сировиною є поташ, який утворюється при переробці нефелінів. Важливою калієвмісною вторинною сировиною є шлаки алюмінієвого виробництва, які містять майже 25 % хлориду калію (KCl), галітові відвали калійних комбінатів, у яких поряд з іншими компонентами міститься до 8 % K<sub>2</sub>O. Біологічні методи можуть застосовуватися також для переробки і наступної утилізації відходів кукурудзяно-крохмального виробництва, стічних вод і активного мулу біологічних очисних споруд, стічних вод дріжджових заводів, відходів виробництва сульфітної целюлози, нафтозабруднених ґрунтів тощо.

Окрім великотоннажних відходів суто промислового походження, в Україні в досить широких масштабах використовується як вторинна сировина значна кількість відходів споживання. До них належать макулатура, зношені шини, полімерні матеріали й вироби з них, відходи деревини, склобій тощо. Повторне споживання таких відходів за їх різними видами змінюється від 0,5–1,0 (відходи будівництва) до 70–80 % (макулатура).

На даний час у цілому, з врахуванням існуючих технологічних та економічних передумов, із загальної кількості накопичених в Україні відходів виробництва і споживання пряму ресурсну цінність мають щонайменше 720–760 млн т (з накопичених 25–30 млрд т). Однак рівень утилізації цієї ресурсно-цінної частини відходів протягом останніх 10–15 років не перевищував 40 %. Це свідчить про великі резерви щодо ефективного залучення багатьох видів відходів у відтворювальний цикл, масштабного використання різних великотоннажних промислових відходів, наприклад, супутніх порід, шлаків, золи тощо в будівництві, при спорудженні дорожніх насипів, планування територій.

На сьогодні недостатньо залучаються до промислового перероблення найбільші за обсягами утворення і накопичення розкривні породи, відходи збагачення корисних копалин. Не забезпечується селективна розробка і відокремлене складування деяких супутніх корисних копалин під час

уведення в дію та експлуатації багатьох рудних і нерудних родовищ, унаслідок чого втрачаються значні ресурсні можливості.

Потребують більш ефективної реалізації проектні розробки стосовно створення маловідходних і безвідходних виробничих комплексів у вугільній і особливо металургійній і хімічній галузях промисловості України. Причиною цих та інших недоліків у сфері поводження з відходами є міжгалузевий характер проблеми, незначні обсяги цільових капіталовкладень у зазначену сферу, недосконалість ціноутворення на продукцію із вторинних ресурсів, невідпрацьованість адміністративно-правових механізмів, недостатній розвиток нормативної бази. У зв'язку з цим протягом існування України як незалежної держави рівень утилізації (використання) відходів у цілому ніколи не перевищував 25–30 % від їх загального об'єму. У розвинених країнах різних відходів використовуються набагато більше (до 60–65 % від загальної кількості), а це свідчить про значні потенційні можливості використання накопичених і утворюваних відходів у нашій державі. Реалізація зазначених можливостей дозволить значно знизити антропогенний тиск на довкілля, особливо в південно-східних, південних і центральних регіонах України.

#### 4.2. Еколого-економічні передумови переробки та утилізації відходів

Існує досить велика група відходів виробництва і споживання, які створюють типові екологічні проблеми в кожному регіоні України (засмічення території, забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих вод, спотворення ландшафтів, погіршення стану приземних шарів атмосферного повітря).

До числа таких відходів слід віднести макулатуру, деревинні, текстильні і полімерні відходи, зношені шини, відходи будівництва, інші промислові і побутові відходи. Більшість подібних відходів є, як правило, багатотоннажними. При цьому значна частина таких відходів має комерційну цінність. Виробництва з їх переробки існують. Однак у більшості випадків зазначені відходи не збираються і не утилізуються. Разом з тим різними організаціями вже розроблені і пропонуються досить ефективні технології з переробки багатьох видів відходів виробництва і споживання. Номенклатура продуктів, які можна отримати з використанням подібних відходів, вельми різноманітна. Вона визначається властивостями того чи іншого відходу як потенційної вторинної сировини, а також співвідношенням цін і місцевими особливостями попиту на взаємозамінні види продукції із первинних і вторинних сировинних матеріалів.

На сьогодні в зв'язку з постійним зростанням об'ємів захоронення відходів (як промислових, так і побутових) на різноманітних звалищах і

полігонах гострота питання про збільшення частки екологічно грамотної утилізації відходів постійно зростає.

Із зарубіжного досвіду відомо, що значна частина різноманітних відходів переробляється середніми і малими підприємствами, ефективність роботи яких визначається сукупністю збалансованих економічних і адміністративних заходів підтримки. Використання відходів того чи іншого виду залежить від ряду чинників. До них належать: об'єм партії відходу, який має перевищувати об'єм транспортної партії, потужність підприємства щодо його переробки, економічна рентабельність транспортування відходів від місць їх утворення до місця переробки, склад і особливі властивості відходу, попит на продукцію, отриману на його основі, наявність відповідних технологій. Усі зазначені чинники об'єднуються поняттям *споживчі властивості відходів*. Залежно від цих властивостей усі відходи як вторинну сировину можна поділити на чотири категорії:

1. відходи, що є високоякісною вторинною сировиною, переробка якої в місцевих умовах дозволяє отримувати продукцію, яка користується постійним попитом і забезпечує високу рентабельність виробництва (промислові відходи, що утворюються у вигляді побічної готової продукції, лом чорних і кольорових металів, високоякісні марки макулатури, чисті виробничі текстильні відходи, чисті виробничі відходи полімерів, незабруднений склобій тощо);

2. відходи, що є вторинною сировиною середньої якості, переробка якої дозволяє випускати продукцію, яка користується попитом, однак доходи від її реалізації приблизно дорівнюють витратам на збирання, первинну обробку та остаточну переробку відходів (відходи добування і збагачення вугілля і різноманітних руд, макулатура зі значною кількістю картону, змішана макулатура і текстиль, полімери зі сторонніми домішками, текстильні відходи споживання у вигляді некондиційних виробів, шматки деревини і забруднена тирса, змішаний склобій, зношені шини);

3. мало придатні для безпосередньої утилізації відходи, затрати на переробку яких перевищують доходи від їх використання або для переробки яких відсутні прийнятні технологічні рішення (відходи добування і збагачення багатьох видів мінеральної сировини, відходи металургійних і хімічних виробництв, переробка яких з метою вилучення цінних компонентів є збитковою, вологостійкі відходи паперу і картону, суміші різних полімерів, виробниче сміття, пух текстильного виробництва, відходи вентиляційних камер, сильнозабруднені склобій і полімери);

4. небезпечні відходи, що не підлягають утилізації, переробка яких здійснюється тільки для їх знешкодження за рахунок постачальника таких відходів або за рахунок цільового чи іншого спеціального фінансування.

Як показує вітчизняний і зарубіжний досвід, суттєвому зменшенню негативного антропогенного впливу на екологічний стан довкілля за рахунок збирання, переробки і наступного використання відходів ефективно сприяє одночасна (паралельна) реалізація відповідних дій, які полягають у збиранні і

переробці компактів відходів виробництва, відходів споживання, відходів від населення.

При цьому в першу чергу збираються і переробляються відходи високої якості і частково відходи середньої якості у вигляді компактів від виробничої сфери. Потім збирають такі ж відходи (також у вигляді компактів) від сфери споживання і частково від населення. І тільки після цього переходять до найбільш повного збору та утилізації всіх відходів.

З екологічного погляду зазначені дії цілком обґрунтовані. Однак слід зауважити, що якщо в першому випадку збирання і переробка відходів економічно вигідні, у другому – рентабельність переробки невисока і залежить від існуючої економічної ситуації і місцевих умов, то практично повне збирання і переробка відходів в більшості випадків збиткові.

Так, у Німеччині досить добре поставлена система збирання і переробки відходів поліетилену та інших пластичних матеріалів і використаних виробів із них, які є справжнім "екологічним лихом" для довкілля, у вторинний гранулят. При цьому останній виявляється на 20 % дорожчим від первинного продукту. Незважаючи на екологічну доцільність, економію матеріальних і енергетичних ресурсів, повний збір і переробка таких відходів у цілому є збитковими через високі затрати ручної праці на збирання, сортування і первинну обробку відходу, а також високі транспортні витрати. Стосовно полімерних відходів слід також відзначити і проблему їх сортування, що виникає через відсутність маркування відпрацьованих полімерних виробів за видом полімеру.

На даний час провадиться промислова заготівля і переробка повністю високоякісної вторинної сировини і певної частини відходів середньої якості. Малотоннажне виробництво, тобто екологічно й економічно обґрунтована переробка більшої частини відходів середньої якості і відходів, утилізація яких у рентабельному промисловому масштабі є малоефективною, може бути зосереджене на відповідних цільових середніх і малих підприємствах. Для функціонування і розвитку цих підприємств необхідні такі умови: наявність пропозицій з переробки відходів та відповідних технологій щодо її здійснення, а також зацікавленість суспільства як на загальнодержавному, так і регіональному і місцевому рівнях у переробці або ефективній утилізації відходів як беззаперечного чинника поліпшення екологічного стану найважливіших компонентів довкілля: атмосфери, ґрунтів, природних водойм і водотоків.

Однією з головних умов створення і функціонування таких підприємств є відповідні інвестиції. У реальних економічних умовах України надання подібних інвестицій передбачає короткострокове повернення вкладених коштів (або короткий строк окупності капітальних витрат). Як правило, цей строк становить не більше 1–2 років. Однак, незважаючи на те, що більшість існуючих на сьогодні технологій малотоннажної переробки чи знешкодження різних відходів передбачають саме такі строки окупності відповідних витрат, значного розвитку малих підприємств з переробки

відходів поки що не відбулося. Крім того, у процесі оцінки ефективності технологій з переробки відходів необхідно враховувати рівень екологічних платежів (платежів за розміщення відходів) порівняно з рівнем необхідних капітальних витрат на організацію виробництва. Як правило, на сьогодні ці платежі на порядок менші від зазначених витрат і не слугують стимулом для організації екологічно ефективних виробництв з утилізації відходів.

Необхідними передумовами створення і стимулювання екологічно ефективних виробництв на сьогодні є:

- надання пільгових кредитів, субсидій і дотацій за рахунок державного бюджету і бюджетів місцевих організацій державного управління, екологічних фондів та інших інвестиційних ресурсів, зокрема, великим підприємствам з оплати екологічних платежів, якщо вони будуть спрямовуватися на створення виробництв з ефективною переробки і утилізації відходів;
- формування системи муніципального замовлення на продукцію з використанням відходів, що може забезпечити її реалізацію;
- введення заборони на розміщення на полігонах загального користування відходів, що підлягають обов'язковій переробці, а також плати за їх прийом на переробку.

Підприємства, які організовують і здійснюють переробку й утилізацію власних відходів, повинні:

1. вишукувати і виробляти з відходів дефіцитні для їх регіону матеріали і продукти;
2. використовувати відходи чи продукти на їх основі у виробництві основної для даного підприємства продукції;
3. найповніше застосовувати власні відходи чи продукцію з них для потреб підприємства;
4. відносити частково чи повністю витрати на переробку відходів на собівартість основної продукції;
5. оцінювати екологічну ефективність зазначених заходів.

#### 4.3 Переробка відходів, збагачених органічною речовиною, з отриманням біогазу

Органічні відходи і відходи з підвищеним вмістом органічних речовин при неорганізованих скидах і стихійному складуванні є найбільш небезпечними для будь-яких складових навколишнього середовища. До них належать відходи деревообробки (тирса, стружка, листя, гілки тощо), харчової промисловості (жом, м'яса, шрот), переробки сільськогосподарської продукції (дефекат, солома, висівки), осади стічних вод, тверді побутові відходи. Головним чинником їх негативної дії є процеси гниття та інші біохімічні перетворення, які супроводжуються інтенсивним

накопиченням і міграцією в суміжні середовища дуже токсичних, часто добре розчинних органічних продуктів.

Суттєвим поштовхом для поліпшення ситуації у цій сфері стала затверджена Кабінетом Міністрів України "Програма поводження з твердими побутовими відходами" № 265 від 14.03.04 строком дії до 2011 р. Згідно з нею передбачається організація розподільного збору окремих компонентів побутових відходів, застосування компостування їх органічної частини, піролізу, спалювання та інших способів утилізації або видалення шкідливих компонентів у місцях утворення відходів, забезпечення локалізації негативного впливу на довкілля виведених з експлуатації полігонів ТПВ, а також створення сучасних полігонів побутових відходів зі знешкодженням фільтрату або отриманням та наступним використанням біогазу. Фінансове забезпечення виконання Програми передбачено здійснювати за рахунок коштів державного бюджету, у тому числі Державного фонду охорони навколишнього природного середовища, а також із залученням приватного капіталу.

Складність утилізації побутових і багатьох виробничих відходів, їх традиційне вивезення на звалища, незначна частина спалювання як повного знешкодження органічної компоненти відходів, недостатнє остаточне розв'язання проблеми знешкодження цих субстратів зумовлюють постійний пошук альтернативних підходів до поводження з відходами і практичних способів їх реалізації. Один із таких способів пов'язаний з тим, що в багатьох випадках відходи як побутового, так і промислового походження мають достатній потенціал для отримання з них теплової енергії, а також можуть бути використані як паливо. Це зумовлено тим, що при деструкції, наприклад, 1 т сміття на традиційному міському звалищі в атмосферу виділяється до 300 м<sup>3</sup> біогазу, головним чином метану, що може бути використаний як альтернативне паливо для роботи опалювальних систем житлових і промислових приміщень. За умови вловлювання вуглекислого газу, що входить до складу утворюваної при цьому газової суміші, вона може слугувати газовим моторним паливом для двигунів внутрішнього згорання.

У країнах Західної Європи за рахунок зазначених альтернативних теплоносіїв покривається до 20 % загальних потреб палива в промисловості. В Україні здійснюються лише перші кроки в даному напрямі, незважаючи на те, що масштаби накопичення побутового сміття і збагачених органікою промислових та інших господарських відходів дозволяють вважати їх потужним джерелом альтернативного палива.

**Біогаз являє собою суміш** приблизно 65 % метану (CH<sub>4</sub>), 30 % вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>), 1–2 % сірководню (H<sub>2</sub>S) і незначних домішок азоту (N<sub>2</sub>), кисню, водню і окису вуглецю (CO). За сучасними підходами він класифікується як один із видів нетрадиційних відтворюваних джерел теплової енергії. Енергія 28 м<sup>3</sup> біогазу еквівалентна енергії 16,8 м<sup>3</sup> природного газу, 20,8 л нафти або 18,4 л дизельного палива. Зазначений газ

утворюється в результаті анаеробної ферментації організмівних відходів різного походження.

Біохімічний і мікробіологічний процес отримання біогазу здійснюється у три етапи:

1. розчинення і гідролізу органічних складових відходів;
2. ацидогенезу утворених субстратів за участі бактеріальної мікрофлори, яка спричиняє деструкцію(разрушение структуры белков) складних органічних речовин з утворенням простих органічних продуктів: альдегідів, кетонів, спиртів, низькомолекулярних органічних кислот (оцтової, пропанової, масляної молочної тощо), а також водню і вуглекислого газу;
3. метаногенезу продуктів ацидогенезу (зокрема вуглекислого газу), який полягає у відновленні даного газу метаноутворювальними бактеріями в метан з поглинанням вільного водню.

З біохімічного погляду метаногенез, або метанове "бродіння", – це не що інше, як процес анаеробного дихання мікроорганізмів (метанобактерій), у ході якого електрони з органічної речовини переносяться на вуглекислий газ і відновлюють останній до метану. Цей процес проходить у кілька етапів, наприклад:

1 етап  $4\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  (бензойна кислота) +  $24\text{H}_2\text{O} \rightarrow 12\text{CH}_3\text{COOH}$  (уксусная кислота)+  $4\text{HCOOH}$  (муравьиная кислота) +  $8\text{H}_2$ , (все карбонове кислоти )

2 етап  $12\text{CH}_3\text{COOH}$  (ацетатна кислота)  $\rightarrow 12\text{CH}_4$  (метан – углеводород) +  $12\text{CO}_2$ ,

$4\text{HCOOH}$  (форміатна кислота)  $\rightarrow 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2$ ,

$3\text{CO}_2 + 12\text{H}_2 \rightarrow 3\text{CH}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ , тобто

$4\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 18\text{H}_2\text{O} \rightarrow 15\text{CH}_4 + 13\text{CO}_2$ .

Слід відзначити, що метаногенез інтенсивно проходить при температурах вище  $30\text{--}35^\circ\text{C}$  і відсутності кисню, оскільки для всіх метанобактерій (до 10 видів) характерна здатність до інтенсивного розвитку в присутності водню і вуглекислого газу в безкисневому середовищі.

**Способи отримання біогазу.** Метанове "бродіння" відбувається у водонепроникних циліндричних ємностях, заглиблених у землю (дайджестерах) для теплоізоляції. У дайджестерах є бокові отвори, через які завантажуються матеріали (відходи), що будуть ферментуватися. Над дайджестером розташований сталевий циліндричний контейнер для збирання газу, оснащений пристроями, які не допускають проникнення повітря всередину дайджестера. У цьому контейнері (куполі) є трубопровід для відводу утворюваного біогазу. Самі дайджестери виготовляються з цегли, бетону, сталі. Купол для збирання біогазу може бути виконаний із металу чи пластмас і легко кріпиться до дайджестера.

У тих випадках, коли метаногенезу підлягають суто органічні відходи, наприклад тваринництва чи інших видів сільськогосподарського виробництва, співвідношення між твердими компонентами і водою у

завантажуваному в дайджестер матеріалі має складати 1 : 1, що відповідає загальній концентрації твердої речовини 8–11 % (по вазі).

Суміш матеріалів, що зброджуються, зазвичай засівають ацетогенними і метаногенними бактеріями або відстоєм з іншого дайджестера. Перевантаження дайджестера або низька величина рН пригнічують розвиток метаногенних бактерій, що знижує вихід біогазу. Оптимальні значення рН становлять 6–8 одиниць. Проти закислення суміші застосовується вапно.

Температура процесу визначається мезофільністю чи термофільністю (30–40 чи 50–60 °С) діючих метанових бактерій. Різкі перепади температури небажані.

Живлення зазначеної мікрофлори відбувається за рахунок органічного вуглецю. Для оптимальної переробки органовмісних відходів співвідношення вуглецю та азоту має становити приблизно 30 : 1. Такого співвідношення можна досягти додаванням до матеріалу, що зброджується, соломи, тирси, жому та інших матеріалів з високим вмістом вуглецю. Подібні добавки мають бути достатньо подрібнені і добре перемішані.

На сьогодні переробка відходів, збагачених органічною речовиною, особливо побутових, з метою отримання біогазу, може вважатися одним із найефективніших способів зменшення їх негативного впливу на довкілля, зокрема підземні і поверхнево-схилові води в місцях дислокації організованих полігонів ТБВ, відвалів, хвостосховищ.

Із всіх сучасних потенційних джерел виробництва біогазу звалища і полігони ТБВ є найбільш значущими. Потенціал доступного для отримання біогазу на великих полігонах ТБВ і ПВ в Україні становить близько 400 м<sup>3</sup>/рік, що дорівнює 0,3 млн т умовного палива на рік. Відповідно до "Програми розвитку нетрадиційних відтворюваних джерел енергії" та її розділу "Нетрадиційне паливо" масштаби економії паливно-енергетичних ресурсів за рахунок утилізації органовмісних відходів з отриманням біогазу як палива за період до 2010 р. складе 19,2 тис. умовних тонн. Тому в останні роки всі роботи з проектування і будівництва полігонів ТПВ і багатих на органічні речовини ПВ здійснюються з врахуванням перспективи отримання, збирання і використання біогазу, що може значно зменшити негативний вплив зазначених відходів на довкілля.

**Досвід зарубіжних країн.** Індія в широких масштабах виробляє біогаз у сільських регіонах. Відповідні наукові і технологічні розробки здійснюються в Дослідницькому центрі біохімічної інженерії Індійського технологічного інституту. Програма "Gobar gas" забезпечує виробництво біогазу технічною допомогою і розподіляє фонди для створення дайджестерів, які працюють на гної великої рогатої худоби, з тим щоб задовольнити потреби в енергії для сім'ї, з трьох-п'яти людей. Протягом п'яти-шести років у цій країні будується до 1 млн дайджестерів.

Кит ай почав освоювати технологію утилізації органовмісних відходів з отриманням біогазу ще в 70-ті роки минулого століття. На початок 90-х років цього століття майже 70 % селянських сімей використовувало біогаз,



що дозволило розв'язати ряд екологічних проблем у сільській місцевості, вирівняти економічний стан країни. У Китаї інтенсивно проводиться навчання відповідного технічного персоналу. Кожні п'ять років таке навчання проходять близько 200 000 техніків, які стають інструкторами в громадах, бригадах і корпораціях сімей (20–30 сімей), які займаються утилізацією відходів шляхом отримання біогазу. При цьому осад, отриманий у процесі бродіння, слугує високоякісним, повністю знезараженим і збагаченим вітамінами групи В органо-мінеральним добривом, подальше застосування якого відповідає вимогам забезпечення необхідної санітарної чистоти сільськогосподарських угідь.

В Ізраїлі з 1974 р. біогаз виробляє фірма "Association Cibbuzi Industries". Декілька університетів і промислові дослідницькі інститути здійснюють детальні науково-практичні дослідження процесу метаногенезу. Анаеробне бродіння відбувається при 55 °С, при цьому виробляється до 6,5 м<sup>3</sup>/добу біогазу з 1 м<sup>3</sup> об'єму дайджестера, що майже у 10 разів перевищує звичайний вихід. Біогаз містить 62 % CH<sub>4</sub> і 38 % CO<sub>2</sub>. Вуглекислий газ використовується в теплицях для пришвидшення процесу фотосинтезу культивованих рослин. Твердими залишками від переробки вихідних відходів годують рибу. Загалом в Ізраїлі побудовано до 500 заводів з виробництва біогазу вартістю до 300–400 тис. дол кожен.

У Франції на бродильних установках при циклі два-шість тижнів з 1 т гною великої рогатої худоби виробляється 70–75 м<sup>3</sup> біогазу, що еквівалентно 45 л рідкого палива, який йде на домашні потреби. Французький Комісаріат по сонячній енергії у 80-х роках минулого століття почав випуск дайджестерів і їх розповсюдження в аграрних регіонах країни, для чого було виділено понад 200 млн франків.

Тобто, утилізація органічних відходів і відходів, збагачених органічною речовиною, може задовольняти місцеві потреби в енергоносіях, забезпечувати отримання цінної біологічно активної маси (добрива, добавки в біокорм тощо) і сприяти ефективній реалізації цілого ряду аспектів природоохоронної політики на місцевому і регіональному рівнях.

#### 4.4 Переробка та утилізація осадів стічних вод

Найпоширенішими методами утилізації осаду стічних вод є: поховання в морях та океанах (наприклад, Великобританія скидає в Північне море близько 10 млн т ОСВ на рік), спалювання (приміром, Франція спалює майже 30 % осадів, а Данія – 100 %), постійне зберігання у відстійних ставках, на санітарних полігонах, застосування для удобрення земельних угідь.

Скидання осаду в акваторії морів і океанів, якщо воно здійснюється неналежним чином, може призвести до виникнення проблеми забруднення води.

Спалювання осаду є енергетично інтенсивним процесом, унаслідок якого може забруднюватися атмосферне повітря й утворюється зола, яка теж потребує подальшої утилізації.

При зберіганні осаду у відстійних ставках або на санітарних полігонах виникає ризик забруднення підземних вод.

Досить поширеним є застосування ОСВ для удобрення земельних угідь. Цим способом утилізується від 30 до 70 % загального об'єму ОСВ, однак він потребує ефективного керування. Таке керування має враховувати властивості ґрунту, імовірність вмісту в ОСВ патогенних організмів, важких металів, інших шкідливих елементів, потенційну небезпеку забруднення поверхневих і ґрунтових вод та вирощеної сільськогосподарської продукції.

Європейська економічна рада видала Правила для сільськогосподарського використання осаду стічних вод (1989). Вони рекомендують норми внесення осаду на земельні угіддя, які сприятливо діють на ґрунт і культури і при яких концентрація в ґрунті потенційно шкідливих елементів типу важких металів не завдає шкоди якості врожаю, тваринам, здоров'ю людей. Аналогічні регламентуючі документи розроблені й в Україні.

**Способи компостування осадів стічних вод для отримання органо-мінеральних добрив.** Останніми роками для отримання висококондиційного органо-мінерального добрива з осаду стічних вод застосовуються різні способи їх компостування (у штабелях на відкритих майданчиках, у відкритих камерах, у біореакторах тощо). При цьому, незважаючи на певні втрати азотовмісних сполук, отриманий компост має високі агрономічні якості (поповнює запаси гумусу в ґрунті), не має неприємного запаху і повністю позбавлений патогенної мікрофлори і збудників паразитарних захворювань. Головні питання, які необхідно вирішувати при практичному здійсненні компостування, полягають у розробці технічних засобів для інтенсифікації біотермічного процесу компостування із застосуванням різних систем аерації і перемішування суміші, що компостується, підборі необхідних наповнювачів.

Біотермічне компостування – це біологічний процес, при якому внаслідок діяльності різних мікроорганізмів відбувається розкладання органічної речовини. Процес відбувається з виділенням теплової енергії, яка витрачається на випаровування води та інтенсифікацією життєдіяльності мікроорганізмів.

Для ефективного компостування до ОСВ додаються водопоглинальні вуглецевмісні компоненти. Для цього використовуються подрібнена кора дерев, листя, солома, торф та інші органічні речовини. Кількість їх у суміші має бути такою, щоб створювалась пориста структура.

Наповнювачі можуть добре компостуватися, не компостуватися зовсім або займати проміжне становище за здатністю до біологічного розкладу. Наприклад, солома зернових культур і листя дерев добре компостуються, а подрібнена кора, дерев'яні тріски розкладаються дуже повільно.

Наповнювачами, що не компостуються, можуть бути грудочки глини, крупнозернистий пісок тощо. Найбільш широко використовується такий вуглецевмісний матеріал, як кора дерев. Кора, особливо подрібнена, за своїм складом, структурою та здатністю поглинати вологу є придатним наповнювачем, особливо при малій початковій вологості. Але й при великій вологості кора створює пористу структуру суміші, чим забезпечує активний газообмін. Використання торфу як наповнювача при біотермічній обробці ОСВ ґрунтується на його здатності в сухому стані поглинати вологу.

Залежно від місцевих умов, крім згаданих, можуть використовуватися інші водопоглиначі та вуглецевмісні речовини, наприклад відходи гідролізно-дріжджового виробництва.

Останніми роками все частіше при компостуванні осадів використовують готовий компост, який сприяє нормалізації вологості суміші, що переробляється.

Швидкість компостування та його інтенсивність залежить від: складу компостної суміші; наявності в ній органічних речовин (не менше 25 %); співвідношення вуглецю до азоту (1 : 30 на початку процесу); вологості компостованої суміші (40–60 %); реакції середовища ( $pH = 6,5-7,6$ ); температури повітря ( $>0^{\circ}C$ ); наявності вільного доступу кисню повітря.

Реакція середовища ( $pH$  осадів стічних вод) може бути різною, оптимальна величина  $pH = 6,5-7,6$ . За більших значень  $pH$  вносяться відповідні добавки-нейтралізатори.

Нижче (рис. 4.1) наведено схему найбільш поширених та ефективних стадій і методів біотермічного компостування й одночасного знезараження ОСВ для отримання органо-мінеральних добрив.



Рис. 4.1 – Схема різних методів компостування осадів стічних вод

Біохімічний розклад речовин компостованої суміші може відбуватись як в аеробних, так і анаеробних умовах. У природних умовах, наприклад у ґрунті, ці процеси проходять паралельно. У штучних умовах на найбільшу увагу заслуговує аеробний біотермічний процес, що відбувається внаслідок життєдіяльності сапрофітної аеробної мікрофлори. Кінцевий ступінь стабілізації органічної речовини в обох процесах є однаковим, але під час аеробного розкладу органічного комплексу виділяється тепла майже у 25 разів більше, ніж при анаеробному процесі. Вирішальна роль кисню при біотермічній обробці осадів наочно ілюструється рівнянням аеробного та анаеробного процесів.

**1. Аеробний процес:**



**2. Анаеробний процес:**



"Саморозігрівання" та знезараження осадів відбувається за рахунок неповного використання мікроорганізмами енергії, яку вони виділяють для своєї життєдіяльності. Внаслідок цього температура оброблюваного матеріалу підвищується до 60–75 °С. Необхідною умовою для підтримання високої температури в системі компостування є те, що ця система повинна витрачати менше тепла, ніж виробляти. Це можливо при порівняно значній масі матеріалу, який компостується. У такому випадку система буде діяти як самоізолююча.

**Санітарно-гігієнічна регламентація застосування органо-мінеральних добрив на основі ОСВ.** Як впливає з аналізу численних джерел, а також з результатів експериментальних досліджень, виконаних нами, застосування ОСВ та різних композитів (компостів) на їх основі як органо-мінеральних добрив (ОМД) передбачає обов'язкову попередню оцінку можливого накопичення в ґрунтах удобрюваних земельних угідь ряду шкідливих домішок, що можуть міститися у складі таких добрив. До зазначених домішок слід віднести нітрати, хлориди, інші водорозчинні солі (за сумарним вмістом), а також велику групу важких металів. Серед останніх першочерговому лімітуванню підлягають Cr, Cu, Zn, Cd, Pb як найбільш типові і поширені представники даних елементів у складі ОСВ, а також As і Hg, вміст яких (поряд з Cu, Zn, Cd і Pb) лімітується в товарній сільськогосподарській продукції, отриманій на удобрених земельних ділянках.

При розрахунку максимально допустимого гігієнічного навантаження, отриманого шляхом компостування ОСВ із запропонованими наповнювачами на конкретну земельну ділянку найчастіше використовується принцип визначення такої кількості добрива, внесення якої в продуктивний шар ґрунту може призвести до покриття різниці між ГДК зазначених

домішок у ґрунтах сільськогосподарських угідь та їх фоновим вмістом в удобрюваному ґрунті.

У багатопільній сівозміні агрохімічні навантаження слід розраховувати під кожну сільськогосподарську культуру ( $N_{\text{агр}1,2,3}$  і т.п.). Після чого проводиться порівняння  $N_{\text{ґіг.мін}}$  і  $N_{\text{агр}1,2,3}$ . У випадку, коли  $N_{\text{ґіг}} > N_{\text{агр}1,2,3}$ , застосовані ОСВ (ОМД) можуть бути внесені під всі культури відповідно до оптимальних навантажень щодо азоту. Чим більшою є кратність відношення  $N_{\text{ґіг}}/N_{\text{агр}}$ , тим безпечнішим є тривале застосування згаданих субстратів даного хімічного складу на даній земельній ділянці (величина цього співвідношення приблизно збігається з кількістю років, протягом яких можна щорічно вносити ОСВ або ОМД на цю ділянку).

Якщо  $N_{\text{ґіг.мін}} = N_{\text{агр}1,2,3}$ , то розглянуті матеріали можуть використовуватися для удобрення сільськогосподарських угідь при суворому контролі їх потенційного впливу на якість ґрунту.

При  $N_{\text{ґіг.мін}} \leq N_{\text{агр}1,2,3}$  можна вносити в ґрунт тільки до рівня величин, що не перевищують відповідні ґрунтові ГДК.

Спрощений розрахунок допустимого надходження в ґрунт шкідливих домішок, для яких встановлено ГДК, можна виконати за рівнянням

$$D_{\text{заг}} = (\text{ГДК} - \Phi) \cdot 3000,$$

де  $D_{\text{заг}}$  – допустиме надходження до ґрунту шкідливої домішки, г/га; ГДК – гранично допустима концентрація даної домішки у ґрунті, г/т сухої речовини ґрунту;  $\Phi$  – фоновий (аналітично знайдений) вміст цієї домішки в ґрунті, що удобрюється, г/т сухої речовини ґрунту; 3000 – приблизна середня маса орного шару ґрунту, т/га.

Щорічну середню дозу внесення у ґрунт відповідним чином отриманих добрив розраховують за співвідношенням

де  $D_{\text{сер}}$  – середня доза можливого внесення добрив у ґрунт, т/га за рік за сухою речовиною осаду;  $C_x$  – вміст у цьому добриві контрольованої домішки, г/т сухої речовини ОМД; 50 – максимальний строк внесення ОМД або композитів на його основі на одну й ту саму земельну ділянку, роки.

При цьому разова максимальна доза ( $D_{\text{макс}}$ ) зазначеного добрива при його внесенні в ґрунт один раз за три-п'ять років не повинна перевищувати  $5D_{\text{сер}}$ .

Розраховані за вказаною методикою величини  $D_{\text{сер}}$  і  $D_{\text{макс}}$  наведено в табл. 4.1. Як впливає з цієї таблиці, величину щорічної та разової максимальної доз внесення ОМД (за максимально допустимими величинами цих показників), отриманого на основі ОСВ загальноміської каналізаційної мережі м. Запоріжжя, лімітують насамперед такі інгредієнти, як Cd, Cu, Cr, Ni, стабільний Sr та загальний вміст водорозчинних солей. З отриманих результатів випливає, що за валовим вмістом досліджених інгредієнтів разова максимальна доза ОМД не повинна перевищувати 22,9 т/га в розрахунку на суху речовину добрива (за вмістом кадмію). З урахуванням того, що кінцевий

продукт має 40–60 % вологості, величина цієї дози буде становити 38,2–57,2 т/га товарного ОМД. Як було зазначено вище, при практичному застосуванні зазначеного ОМД необхідно враховувати також можливість міграції в удобрювані ґрунти, воду, рослини і продукти урожаю не тільки нітратів, а й інших сполук азоту, що входять до складу даного добрива. Величина подібної міграції, зокрема транслокації нітратів у рослинні культури, визначається максимальним навантаженням, обґрунтованим за водно-міграційним критерієм. В умовах України вона не може створити загрозу забруднення сільськогосподарської продукції при внесенні в ґрунти (у складі ОМД) 350–400 кг/га загального азоту. За даними експериментального хіміко-аналітичного контролю вміст  $N_{\text{заг}}$  в отриманих ОМД коливається в межах 0,9–1,1 %, тобто вказана вище кількість цього елемента міститься в 31,8–44,4 т ОМД (за сухою речовиною). Таким чином, за вмістом  $N_{\text{заг}}$ , потреби в додатковому лімітуванні доз подібного ОМД за даним компонентом не виникає.

Таблиця 4.1. Експериментальні та розрахункові нормативні показники, що лімітують застосування органо-мінерального добрива, отриманого на основі ОСВ м. Запоріжжя, для удобрення сільськогосподарських угідь прилеглого регіону

Речовина (домішка)	Середній вміст у досліджених ґрунтах, г/т	ґрунтові ГДК, г/т	Середній вміст в отриманих ОМД, $C_x$ , г/т	$D_{\text{заг.}}$ , кг/га	$D_{\text{сер.}}$ , т/га	$D_{\text{мах.}}$ , т/га
Нітрати ( $\text{NO}_3$ )	21,2	130,0	1220,0	3264,0	53,5	267,5
Хлориди (Cl)	34,2	100,0	116,5	197,4	33,9	169,5
$\Sigma_i$ (сума водороз- чинних солей)	840,0 (0,08 %)	3000,0 (0,3 %)	13183,0	6480,0	9,8	489,0
$\text{Cr}_{\text{заг}}$	63,9	100,0	627,8	108,3	6,6	33,0
Ni	52,4	100,0	255,1	142,8	11,2	56,0
Cu	42,9	100,0	634,5	171,3	5,4	27,0
Zn	161,4	300,0	1133,0	415,8	7,3	36,5
Cd	0,25	3,0	36,0	8,25	4,6	22,9
Pb	31,9	100,0	97,8	204,3	41,8	209,0
As	1,8	20,0	12,7	54,6	86,0	429,9
Sn	10,0	50,0	39,6	120,0	60,0	303,3
Hg	1,2	2,1	0,8	2,7	67,5	337,5
$\text{Cr}_{\text{стаб}}$	95,2	600,0	1835,4	1514,4	16,5	82,5
Mn	588,3	1500,0	577,3	2735,1	94,8	473,8

**Вплив виробництва та застосування органомінеральних добрив (ОМД) на навколишнє середовище.** Розглядаються лише ті компоненти і об'єкти довкілля, на які можуть вплинути будівництво цеху для виробництва ОМД, процес виробництва добрив, їх транспортування і використання. До компонентів належать:

- **земельні ресурси**, тому що для будівництва цеху для виробництва добрив необхідне відчуження земельної ділянки; крім того, можливе забруднення прилеглих земельних ділянок унаслідок змивання з території виробництва окремих компонентів талими та дощовими водами і при втраті добрив при транспортуванні їх автотранспортом, а також вплив на сільськогосподарські та інші угіддя при застосуванні вироблених добрив з порушенням гігієнічних та агрохімічних норм їх втрат;

- **водні ресурси**, оскільки можливе забруднення поверхневих і підземних вод унаслідок змивання з території окремих компонентів талими та дощовими водами, а також при порушенні регламенту застосування добрив на сільськогосподарських та інших угіддях;

- **повітряне середовище**, тому що в разі порушення проектної технології компостування може виділятися аміак, а при вивітрюванні добрив, що висохли, може відбуватися забруднення повітря грубим пилом; з частинками пилу можуть переноситися хімічні та біологічні агенти (солі важких металів, спори мікроорганізмів, яйця гельмінтів); до забруднення атмосферного повітря може спричинити розсипання добрив при транспортуванні їх автотранспортом;

- **продукція сільськогосподарських та інших угідь**, на яких застосовуються виготовлені добрива, оскільки в разі порушення технології виготовлення і застосування добрив у ній можуть накопичуватися окремі елементи з перевищенням допустимих концентрацій, що негативно вплине на здоров'я споживачів цієї продукції.

При виробництві органо-мінеральних добрив (закладання компостних буртів та їх перемішування) може відбуватися забруднення шкіри та одягу робітників компонентами добрива: осадами стічних вод, лігніном і фосфогіпсом.

Крім того, необхідно мати на увазі, що ділянки зберігання лігніну є об'єктами підвищеної пожежної небезпеки.

З урахуванням викладеного наведемо приклад виконаної оцінки можливих впливів на навколишнє середовище будівництва та експлуатації лінії для виготовлення ОМД, їх застосування, а також передбачуваних заходів щодо запобігання (обмеження) негативним наслідкам таких дій.

**Земельні ресурси.** Підставою для оцінки впливу і розробки заходів щодо запобігання негативним наслідкам є матеріали інженерних пошуків, науково-дослідних робіт та відповідних експертних висновків.

Для будівництва цеху з виробництва органо-мінеральних добрив потрібен майданчик площею 1,792 га, вільний від споруд, комунікацій і невикористаних матеріальних та інших ресурсів землекористувачів.

Знятий під час будівництва родючий шар використовується для рекультивації порушених земель.

Для щорічного виготовлення 8400 т органо-мінерального добрива має бути використано 25200 т сухого ОСВ, 26880 т лігніну та 6920 т фосфогіпсу. При цьому відпаде потреба в улаштуванні нових мулових карт, а площа вже відведеної для них ділянки може бути зменшена з уведенням в експлуатацію проектного цеху. Отже резервну площу можна використати для інших потреб.

Наприклад, сухий осад стічних вод в об'ємі 252200 т, який використовується протягом року, практично становить річний вихід ОСВ очисних споруд м. Запоріжжя (з розрахунку 25–35 кг на одного мешканця). Відповідно зменшаться на 26880 і 6920 т щорічно існуючі відвали лігніну та фосфогіпсу, що також сприятливо вплине на навколишнє природне середовище в районі Запорізького гідролізного заводу і Дніпродзержинського хімкомбінату.

Щоб запобігти забрудненню прилеглих земельних ділянок унаслідок змивання окремих компонентів талими і дощовими водами з території проектової лінії, передбачається їх організоване відведення по лотку в існуючі мулові карти. Для цього відповідним чином буде виконано вертикальне планування майданчика.

Неухильне виконання діючих правил перевезення вантажів автотранспортом дасть змогу запобігти розсипанню добрива при перевезенні, що виключить забруднення ґрунту, водних джерел, атмосферного повітря.

Проведені натурні дослідження підтвердили, що при дотриманні технології виготовлення добрив і регламенту їх застосування забезпечується належний стан ґрунтів і якість продукції.

**Водні ресурси.** Будівельний майданчик проектного цеху розміщується на лесових ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації 0,5–1,5 м/добу, лесова товща за просадкою належить до другого типу.

Потужність ґрунтово-рослинного шару досягає 0,5–0,6 м. Нижче до глибини 14–16 м залягає товща лесових супісків, легких, макропористих, карбонатних суглинків, які перешаровуються. Підземні води в цих ґрунтах траплялися на глибинах від 6,5 до 11,5 м (червень-липень 1993 р.).

Після зняття родючого шару і виконання, з урахуванням існуючого використання території, інженерно-геологічних і гідрологічних умов і проектного технологічного процесу, вертикальне планування майданчика передбачає поверхневе ущільнення ґрунтів основи і створення проти фільтраційного екрану в межах майданчика з ущільненої глини шаром не менше 0,8 м. Крім того, територія сховищ для компонентів добрива вкривається бетоном, а весь майданчик – збірними залізобетонними плитами. Внаслідок цього буде виключена фільтрація талих і дощових вод і забруднення підземних вод. Знятий родючий шар буде використано для рекультивації порушених земель.



Для організації поверхневого стоку з території майданчика передбачається відведення його в існуючі мулові карти.

На сільськогосподарських та інших угіддях, де може застосовуватися добриво, запобігання забрудненню підземних вод і змиванню добрив у поверхневі водні джерела буде досягатися коригуванням внесення добрив для кожного конкретного поля методом розрахунків з урахуванням фонового вмісту і гранично допустимих концентрацій окремих інгредієнтів. Крім того, необхідно дотримуватися термінів, норм і технології застосування добрив.

**По від ряне середовище. ОСВ, на основі якого виготовляється добриво, є біологічно активним. Внаслідок мікробного розкладання органічної речовини утворюються сірководень, вуглекислий газ, аміак, метан, оксид вуглецю, які є шкідливими для людей.**

Застосування фосфогіпсу як компонента призводить до зв'язування аміаку в нелеткий сульфат амонію. Фосфогіпс поліпшує також сипкість компосту, зменшує неприємний запах і надає виготовленому добриву агроеліоративні якості.

Передбачене компостування протягом 1,5–2 місяців призводить до повного зв'язування аміачного азоту і знезараження суміші.

Атмосферні викиди, а також забруднення повітря в робочій зоні при дотриманні рекомендованої технології приготування добрива практично відсутні, про що свідчить токсиколого-гігієнічний паспорт на виготовлене добриво, розроблений Українським науковим гігієнічним центром.

При недотриманні технології компостування в атмосферне повітря і повітря робочої зони може виділятися аміак, а при висиханні верхнього шару компостного бурта може вивітрюватися дрібнодисперсний пил. З частинками пилу можуть переноситися хімічні та біологічні агенти. На ці випадки передбачаються спеціальні заходи щодо техніки безпеки для працюючих на лінії.

У стандартних умовах виготовлене добриво – дрібнодисперсна тверда сипка речовина, має запах прілої землі, продукт нелеткий. При взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами не горить і не вибухає, диму не утворює. Тому запорукою безпечного виробництва і застосування добрива, що виробляється, є суворе дотримання рекомендованих технологічних і гігієнічних регламентів.

При закладанні буртів і виконанні вантажно-розвантажувальних робіт передбачається використання спеціального одягу, захисних окулярів, протипилових респіраторів.

***Сільськогосподарська продукція.*** Органо-мінеральне добриво, що виготовляється, рекомендується застосовувати на сільськогосподарських угіддях, які використовуються для зернокармових сівозмін, технічних культур, для міських зелених насаджень та при лісогосподарському землекористуванні. Просапні культури рекомендується вирощувати тільки наступного року після внесення добрив.

Проведені дослідження підтвердили, що при дотриманні рекомендованої технології виготовлення добрив та їх застосування санітарний стан ґрунтів, а також якість продукції відповідає санітарно-гігієнічним нормативам. Для цього потрібно на кожне конкретне поле розраховувати норму внесення добрив з урахуванням фоновому стану ґрунтів, а також обґрунтовувати і розробляти чіткі заходи щодо здійснення відповідного контролю за станом ґрунтів та якістю виготовленої продукції.

#### 4.5 Комплексна переробка мінералізованих шахтних, рудничних та інших скидних і стічних вод природно-техногенного походження

*Розв'язання проблеми утилізації чи знешкодження високомінералізованих скидних вод гірничодобувної промисловості, особливо шахтних вод, має два найважливіших аспекти: по-перше, їх знесолення й очистка для поповнення ресурсів прісної води (що досить важливо для таких маловодних регіонів, як Донбас і Приазов'я) і, по-друге, використання вилучених з них мінеральних солей. За сучасними підходами подібні природні мінералізовані води вважаються цінною мінеральною сировиною, комплексна переробка якої дозволяє отримати ряд різноманітних продуктів, що можуть використовуватися як реагенти для очистки стічних вод чи товарна продукція в багатьох галузях господарського комплексу країни. Одним із головних і найбільш великотоннажних видів такої продукції є власне опріснена й очищена вода. Поряд з нею можуть бути отримані такі важливі для хімічної промисловості солі, як сульфат натрію, хлориди натрію, кальцію і магнію, карбонат кальцію, а також крейда, гіпс, гідроксид магнію, бор, йод, солі урану, рідкісних елементів тощо. Різноманіття отримуваних речовин визначається в першу чергу хімічним складом мінералізованих вод, а також техніко-економічними міркуваннями. Кількість і номенклатура подібних речовин визначаються на основі припливів води в шахти, рудники, кар'єри та її гіпотетичного сольового складу. При цьому в усіх випадках опріснення природних мінералізованих вод необхідно прагнути до їх комплексної переробки. І навіть тоді, коли є можливість екологічно безпечного скидання мінералізованих шахтних вод чи розсолів, отриманих після їх опріснення, наприклад у моря чи солоні природні озера, вигідно не здійснювати прямі скиди, а попередньо вилучати корисні компоненти. Організація і здійснення зазначених заходів дозволяє зменшити і навіть виключити забруднення водойм і водотоків солонуватими і солоними шахтними, рудничними й іншими скидними водами гірничодобувної і гірничо-збагачувальної промисловості. Переробка таких вод як супутніх відходів є окремим, але близьким до маловідходних і ресурсозберігаючих технологій процесом. Тому її реалізацію слід вважати одним із пріоритетних напрямів екологізації гірничодобувної галузі економіки.*

При опрісненні шахтних і інших скидних вод, коли повністю виключається надходження залишків цього процесу (розсолів) у природні водойми і водотоки, розв'язання додаткової проблеми утилізації або ліквідації утвореного розсолу може суттєво вплинути на економічність процесу знесолювання мінералізованої води чи можливість його здійснення взагалі. Орієнтовно при здійсненні заходів щодо ліквідації розсолів витрати на отриманні прісної води при застосуванні будь-яких методів значно зростають (наприклад, при дистиляційному опрісненні в два і більше разів). Однак вилучення з розсолів цінних компонентів, а також використання останніх у вигляді товарних продуктів певною мірою компенсують ці витрати.

При утилізації розсолів шахтних, рудничних, кар'єрних та інших скидних вод гірничодобувного і гірничопереробного виробництва виникає ряд труднощів: низькі (з хімічного погляду) концентрації солей вимагають додаткового концентрування; наявність органічних домішок зумовлює необхідність їх попереднього відділення; коливання складу розсолу в зв'язку з непостійністю складу скидних мінералізованих вод. Тому найбільш придатними для часткового чи повного виділення із розсолів твердого залишку (суми мінеральних солей) є дистиляційні методи.

Згідно із Законом України "Про відходи" до специфічних рідких відходів, що потребують знешкодження чи утилізації, можна віднести також мінералізовані стічні води хімічної промисловості, гальванічних підприємств, металургійного виробництва. Це пов'язано з тим, що зазначені води містять речовини, які підлягають вилученню, акумуляції і вивезенню у спеціальні місця складування чи повторному використанню.

Комплексна переробка зазначених стічних вод дозволяє різко скоротити споживання свіжої води за рахунок використання технологічних циклів із замкнутим водооборотом, скоротити об'єми використання різних сировинних ресурсів завдяки додатковому вилученню корисних компонентів з мінералізованих стоків і відповідно значно зменшити забруднення природних водних об'єктів, до яких зазначені стоки надходять.

*Підприємства основної хімічної промисловості* є достатньо великими продуцентами мінералізованих стічних вод. Утворення цих вод відбувається в результаті хімічних виробничих процесів і промивання отримуваних продуктів. Основними компонентами зазначених вод є солі натрію, цинку, міді, алюмінію, а також кислоти і луги. Їх фізико-хімічні властивості визначають способи утилізації.

Слід відзначити, що комплексна переробка мінералізованих стічних вод хімічної промисловості – це один з найбільш важливих напрямів безвідходних технологій, актуальність найширшого впровадження яких в Україні на сьогодні є надзвичайно високою. Загалом до основних завдань у розвитку цих технологій належать:

1. створення різних видів безстічних технологічних систем на базі існуючих, впроваджуваних і перспективних способів очистки (при цьому

досягається різке скорочення споживання свіжої води, однак, як правило, спостерігається вторинне забруднення у вигляді насичених розчинів чи твердих відходів);

2. розробка і впровадження систем переробки відходів виробництва, які слід розглядати як не екологічне навантаження, а як вторинні матеріальні ресурси;

3. створення принципово нових процесів отримання традиційних видів продукції, які дозволяють виключити чи скоротити етапи переробки або технологічні стадії, на яких утворюється основна кількість як рідких, так і інших відходів;

4. створення територіально-промислових комплексів із замкнутою внутрішньою структурою матеріальних потоків сировини і відходів, що зумовлює мінімум викидів і скидів в навколишнє середовище.

Напрями розвитку зазначених технологій впливають з економічної обґрунтованості тих чи інших технічних рішень, а в деяких випадках – із природних особливостей даного району. Якщо в місцях розміщення підприємств відчувається гострий дефіцит водних ресурсів, то для розвитку відповідного району слід впроваджувати водооборотні цикли. Однак, якщо при цьому кількість рідких і твердих відходів почне перевищувати припустимі норми накопичення, це може призвести до додаткового забруднення поверхневих і підземних вод – джерел водопостачання. Тому у безстічній системі має передбачатися переробка або хоча б безпечне зберігання відходів (рис. 4.2).



Рис. 4.2 - Схема спрощеної безстічної системи промислового водокористування

Для нормальної роботи основних і допоміжних технологічних ланок будь-якого виробництва необхідний певний об'єм води ( $Q$ , м<sup>3</sup>/добу). Деяка

кількість води ( $P$ ,  $\text{м}^3/\text{добу}$ ) безповоротно втрачається при випаровуванні, виносі з готовою продукцією, через нещільність запірної арматури тощо. Тому навіть при повній очистці у виробництво має надходити  $Q + P$  ( $\text{м}^3/\text{добу}$ ) води. Можливість використання води в системі залежить від концентрації тих чи інших хімічних сполук, до числа яких після кожної виробничої операції додається нова кількість забруднювальних речовин. У реальних умовах при підживлюванні, що дорівнює 25–40 % від  $Q$ , фактор циклічності  $R = Q/P$ , який показує, скільки разів визначений об'єм води може пройти через систему, що залежить від специфіки роботи підприємства, дорівнює 2,5–5.

Таким чином, система безстічного виробництва, особливо хімічного, залежить від технології очистки використаної води до норм, що забезпечують її повернення у цикл. Різний склад стічних вод, компоненти яких можуть до того ж реагувати один з одним, робить неможливим підбір універсальної безстічної системи, придатної для використання в різних галузях господарства. Однією з найнеобхідніших умов працездатності безстічної системи є отримання солей і інших речовин з очищеної оборотної води. Загальний недолік полягає в тому, що солі виділяються у вигляді сумішей хлоридів, сульфатів, карбонатів, які важко розділити. Використання цих продуктів у подальшому зустрічається з деякими труднощами, оскільки часто вони не відповідають діючим технічним умовам. Тому водооборотну систему очевидно слід проектувати як набір локальних систем відповідно до хімічного складу вод, які використовуються. Хоча це ускладнює експлуатацію виробництва, однак у кінцевому підсумку дає безперечний соціальний, екологічний і економічний ефект.

Сульфат натрію з рідких промислових хімічних відходів отримують у більшості розвинених країн світу: у США (з відпрацьованих розчинів виробництва віскозного волокна, соляної кислоти, біхромату амонію, фенолу, борної кислоти, резорцину, пігментів, мурашиної кислоти, при нафтопереробці) – приблизно половину від потрібної кількості, в Японії, Німеччині, Польщі, Фінляндії, Бельгії тощо – весь споживаний продукт.

У виробництві волокон мідно-аміачним способом утворюється дуже багато відпрацьованих мінералізованих розчинів, які містять різноманітні сполуки міді. Для їх вилучення й утилізації застосовують змішування кислих і лужних вод у пропорціях, які дозволяють виділити основну сіль міді та її гідроксид, які придатні для подальшого використання. Мідь вилучають також з допомогою різних сорбентів із синтетичних смол і природних силікатів, що мають високу іонообмінну здатність.

При очистці стічних вод хімічних підприємств від цинку застосовують карбоксильні (КБ-2, КБ-4) і сульфокислотні (КУ-1, КУ-2) катіоніти. Одночасно з цинком із стічної води вилучаються натрій, кальцій, магній, залізо.

У стічних водах підприємств хлорної промисловості часто у великій кількості присутні суміші двох і більше мінеральних солей. Якщо один із

компонентів такої суміші виділити у вигляді товарного продукту, то розчин, що залишився, можна повернути у виробничий процес і таким чином уникнути скидання стічної води.

Мінералізовані стічні води виробництва азотних і багатокomпонентних добрив, содового виробництва, коксохімії та інших хімічних підприємств містять у своєму складі значні кількості солей амонію і розчиненого аміаку. Їх виділяють з допомогою дешевого і доступного вапнякового "молока", упарюванням, хімічними реагентними методами. При цьому отримують технічні індивідуальні солі амонію (сульфати, хлориди тощо).

*Гальванічне виробництво* в останні десятиріччя набуває найширшого розвитку як за кордоном, так і в Україні. За площею покриттів сьогодні на першому місці цинкування металічних поверхонь (близько 60 %), далі йдуть нікелювання (20 %), оміднення і хромування (понад 8 %), кадмування (4–5 %), лудіння (2,5–3 %) тощо.

У машинобудівній і приладобудівній галузях економіки саме гальванічні виробництва використовують від 20 до 50 % загальної кількості споживаної свіжої води при питомих витратах її 2 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> тих чи інших покриттів. Орієнтовний об'єм дуже токсичних стічних вод, які утворюються при цьому, 600–800 м<sup>3</sup> на 1 г покриття.

Відходи гальванічних і травильних відділень представляють собою відпрацьовані електроліти (концентровані стічні води), промивні води (слабкоконцентровані) та інші розчини. До складу цих розчинів входять сполуки міді, цинку, нікелю, хрому, кадмію, олова та інших металів, які спричиняють вкрай негативну екологічну дію на гідробіоти, а також на людину, надходячи до її організму трофічними ланцюгами. До того ж гальванічні стічні води містять такі токсиканти, як ціаніди, детергенти, кислоти і луги, масла, різні комплексоутворювальні речовини.

Зростання споживання кольорових металів при зменшенні запасів відповідної мінеральної сировини надає проблемі регенерації цих металів з промивних вод і відпрацьованих розчинів гальванічних і травильних виробництв не тільки екологічного значення. До недавнього часу рівень регенерації кольорових металів із зазначених розчинів не перевищував 10–20 %. Втрати 80–90 % цих металів наносять значні економічні збитки.

Для вилучення іонів кольорових металів із гальванічних стічних вод широко застосовується традиційний реагентний метод. У цьому випадку, наприклад при обробці зазначених вод вапняковим молоком, утворюється значна кількість шламів, які містять в основному гідроксиди і карбонати важких металів. Такі шлами майже не переробляються, а відправляються на захоронення. Реагентну очистку вод гальванічних цехів наведено на рис. 4.3.

Подібна очистка гальванічних і травильних вод на даний час не відповідає екологічним вимогам. Тому з метою зменшення кількості і накопичення утворюваних за даною схемою шламів, а також через подорожчання сировини і матеріалів, що містять кольорові метали, економічно виправдано застосовувати технології регенерації кольорових

металів із відпрацьованих гальванічних і травильних вод. Однак часто її широкому впровадженню заважають об'єктивні причини: високі енергетичні і реагентні затрати на вилучення металів через низькі концентрації останніх в очищуваних розчинах (водах); високі питомі експлуатаційні і капітальні витрати.

Сучасні технології регенерації кольорових металів із гальванічних і травильних розчинів успішно використовують методи, традиційні для гідрометалургії: осадження, флотація, іонний обмін, адсорбція, електроліз, електродіаліз, кристалізація, рідинна екстракція, дистиляція. Ці методи застосовуються як незалежно, так і в комбінації один з одним. Найоптимальнішим напрямом у створенні безстічної і безвідходної технології в гальванічному і травильному виробництві є суміщення декількох способів очистки для кожного конкретного випадку, наприклад: електродіаліз – іонний обмін, електроліз – електродіаліз – іонний обмін, ультрафільтрація – іонний обмін тощо. При цьому на окремих стадіях можна вводити реагентну очистку з наступною регенерацією шламів. Впровадження таких систем передбачає також одночасне вдосконалення всієї технології з метою зниження виносу електролітів, підбору нового складу електролітів без добавок, які заважають процесу регенерації, застосування нових методів промивки, підбір нових режимів нанесення покриттів, режимів травлення і т. п.

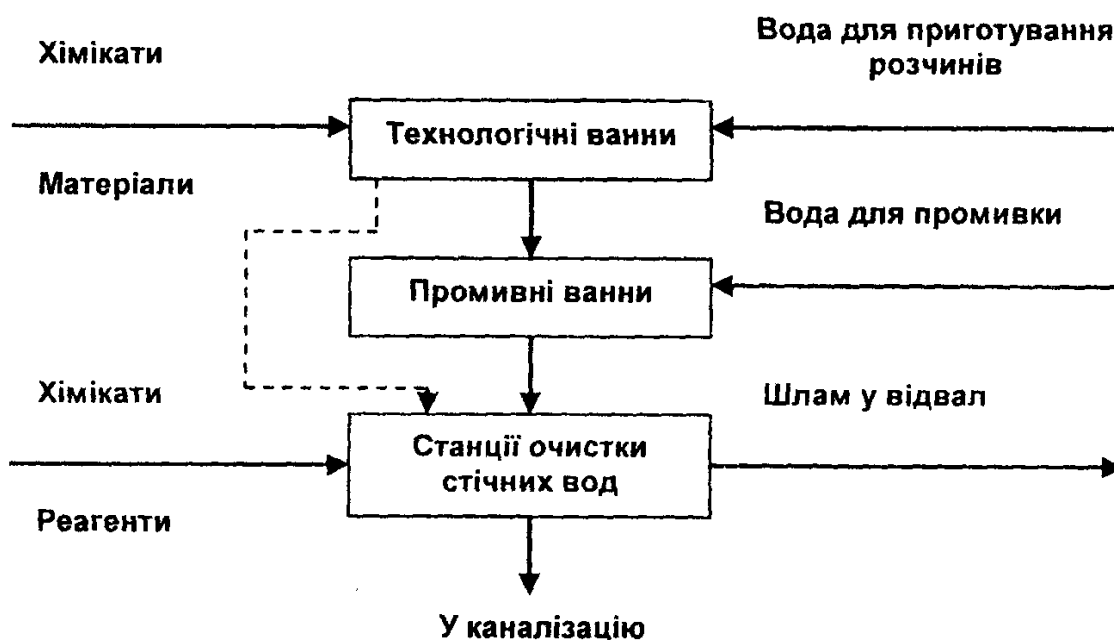


Рис. 4.3 - Загальна схема очистки відпрацьованих гальванічних вод

При регенерації металів із осадів (шламів реагентної та іншої очистки гальванічних і травильних розчинів) дуже важливим є хімічний склад конкретного осаду. Регенерація із суміші осадів – процес менш вигідний, складний і такий, що вимагає дорогого обладнання. Більш ефективною є

очистка стічної води з одночасною регенерацією цінних компонентів і поверненням їх в основний технологічний процес чи постачанням на інші виробництва (рис. 4.4).

Така схема регенерації, а точніше комплексної переробки гальванічних і травильних стічних вод, може бути економічно вигідною при її використанні для певного, достатньо масштабного технологічного процесу нанесення покриттів. Вона є одним з основних етапів при переході до практично повної переробки і очистки надзвичайно шкідливих для довкілля стічних вод гальванічних виробництв.

Як і в хімічній промисловості, проблема запобігання забрудненню природних водних об'єктів скидними і стічними водами *підприємств чорної і кольорової металургії* може бути розв'язана тільки шляхом створення

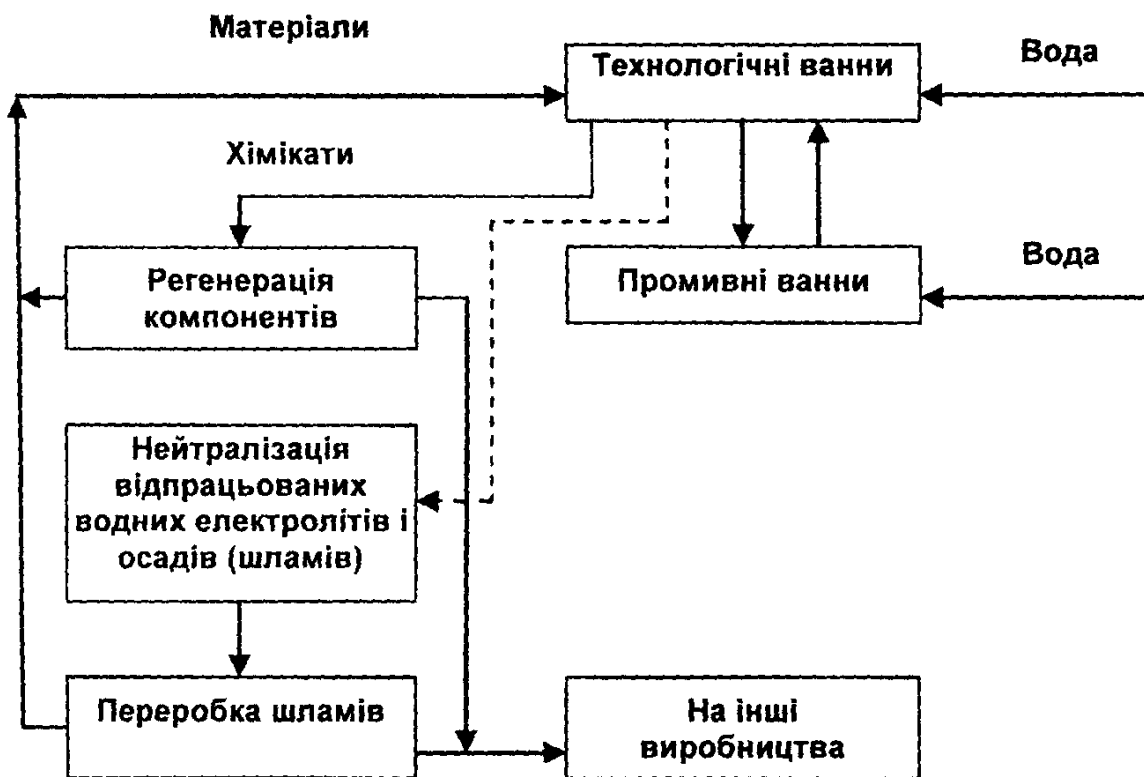


Рис. 4.4. Загальна схема комплексної переробки відпрацьованих та залишкових гальванічних розчинів

безвідходних технологічних процесів, а також систем безстічного водокористування. Створення і функціонування таких систем передбачає знесолювання мінералізованих стічних вод з подальшою переробкою отримуваних солей і доведенням останніх до рівня товарних продуктів.

Формування зазначених стічних вод відбувається в результаті застосування розчинних речовин у металургійній технології та при водопідготовці (зауважимо, що для виплавки 1 т чавуну чи сталі потрібно 1000–1500 т води), а також при викупуванні різних речовин на послідовних



етапах технологічного процесу. При цьому у відповідні стічні води надходить до 70 % всіх солей, які утворюються при виплавлянні металів. Близько 30 % таких солей концентрується у шлаках, розчинах, що застосовуються для післяплавильної обробки металу, у деяких інших твердих і рідких відходах повного металургійного циклу.

Впровадження промислових установок з комплексної переробки таких вод з отриманням прісної води, технічної кухонної солі, хлориду кальцію, сульфату натрію та інших солей дозволяє практично повністю задовольнити потреби галузі у воді і зазначених речовинах як реагентах та низки малотоннажних продуктів, необхідних для її функціонування.

Головний внесок у загальну кількість усіх солей, що надходять у стічні води металургійного заводу, припадає на:

- ✓ енергетичні установки (стічні води водопідготовчого обладнання, продувочні води котлів);
- ✓ травильні відділення (нейтралізовані води після травлення і знежирення металу);
- ✓ продувку локальних оборотних циклів водопостачання.

Відпрацьовані травильні розчини, що утворюються при травленні виробів із чорних і кольорових металів, а також їх сплавів у розчинах мінеральних кислот (соляної, сірчаної, азотної, плавикової та ін.) на підприємствах чорної і кольорової металургії, різних галузей металообробної промисловості, містять значну кількість зазначених кислот, солей заліза, нікелю, хрому, міді, інших металів. Відпрацьовані травильні розчини – це висококонцентровані кислі стічні води, оскільки концентрації перелічених сполук у сотні і тисячі разів перевищують концентрації різних солей в інших стічних водах металургійних підприємств. Тому пряме скидання цих вод у будь-які водні об'єкти чи навіть у спеціалізовані накопичувачі рідких відходів з екологічного погляду є абсолютно неприпустимим.

Таким чином, комплексна переробка мінералізованих стічних і скидних вод промислового походження має важливе значення у розв'язанні проблеми захисту довкілля від техногенного забруднення і раціонального використання мінеральної сировини. Найбільш ефективно на сьогодні вирішуються питання щодо запобігання забрудненню природних прісних вод, ґрунтів різними мінеральними солями. Одночасно розширюються водні і мінеральні сировинні ресурси завдяки переробці розсолів, утворюваних унаслідок опріснення мінералізованих вод. Доцільність переробки останніх впливає також із того, що при цьому часто зникає потреба в будівництві чи розширенні гірничих підприємств. У деяких випадках полегшується транспортування сировини і продуктів, оскільки вода подається до місць переробки трубопроводами. Наявність у мінералізованих стічних і скидних водах декількох цінних компонентів дозволяє організовувати комбіновані виробництва, що характеризуються мінімальними капітальними й енергетичними витратами. При організації таких підприємств можна використати джерела дешевого відхідного тепла, сонячну енергію,

природний холод тощо. Комплексна переробка мінералізованих техногенних вод дозволяє реалізовувати технологічні схеми із замкнутим водооборотом. Це значно скорочує забори свіжої води, виключає забруднення природних водних об'єктів, підвищує вихід цільових продуктів і тим самим забезпечує більш економне використання мінеральної сировини.

Головною метою комплексної переробки мінералізованих природних і стічних вод є максимальне вилучення всіх інгредієнтів їх хімічного складу, особливо речовин, що містяться в цих водах у великих кількостях. Тому як основні продукти отримують прісну воду, різні солі (кухонну сіль, сульфат натрію, хлорид магнію, сульфат і карбонат кальцію, соду, карбонат і фосфат літію тощо), інші мінеральні речовини (гідроксиди натрію, магнію і кальцію, борну кислоту, хлор, бром, йод та ін.), безумовно корисні для багатьох промислових галузей. Загалом при переробці мінералізованих скидних і стічних вод асортимент отримуваних продуктів включає практично всі продукти, що виробляються промисловістю.

При комплексній переробці мінералізованих вод важливе значення має підвищення ефективності капітальних вкладень і скорочення строків їх окупності. Тому при проектуванні й організації відповідного будівництва необхідно орієнтуватися на найбільш сучасні і перспективні технологічні схеми, які забезпечують мінімальні витрати при одночасному досягненні найвищих техніко-економічних показників майбутнього виробництва. Це досягається високим рівнем науково-технічної розробки технологій, які будуть здійснюватися на практиці. Собівартість продуктів, отримуваних при переробці різних мінералізованих вод, залежить від хімічного складу останніх, застосованої апаратурно-технологічної схеми й особливо – від потужності виробництва і продуктивності технологічних апаратів і установок.

## **5 ОСНОВНІ НАПРЯМИ СУЧАСНОЇ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРИРОДИ ТА ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ВІДХОДАМИ**

### **5.1. Становлення національної системи екологічного законодавства в Україні**

**Основні документи природоохоронного законодавства України.** За роки незалежності в Україні створено практично нове природоохоронне законодавство, яке, зокрема, включає Земельний (1992) та Водний (1995) кодекси України, Кодекс України про надра (1994), Закони України "Про охорону навколишнього природного середовища" (1991), "Про природно-заповідний фонд" та "Про охорону атмосферного повітря" (1992), "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" (1994), "Про поводження з радіоактивними відходами" та "Про екологічну експертизу" (1995), "Про відходи" (1998), "Про затвердження Державної програми поводження з токсичними відходами" (1999), "Про приєднання до Базельської конвенції про контроль за транскордонним перевезенням небезпечних відходів та їх видаленням" (1999), "Про зону надзвичайної екологічної ситуації" та "Про об'єкти підвищеної небезпеки" (2000) та багато інших.

**Головні постанови Кабінету Міністрів України що до поводження з відходами.** Державна екологічна політика України, особливо у сфері поводження з відходами, регулюється також рядом постанов Кабінету Міністрів, серед яких насамперед слід відзначити такі, як "Державна програма використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 р." (№ 668 від 28.06.97) та "Державна програма поводження з радіоактивними відходами" (№ 480 від 29.04.96), а також постанови "Порядок здійснення державного обліку та паспортизації відходів" (№ 2034 від 01.11.99), "Про переробку відходів брухту та свинцю" (№ 1972 від 26.10.99), "Про комплексну державну експертизу" (№ 1308 від 27.08.98) тощо.

**Державні стандарти поводження з відходами в Україні.** На загальнодержавному нормативному рівні поводження з відходами на сьогодні регламентується державними стандартами України: ДСТУ 2195-99 "Охорона природи. Поводження з відходами, технічний паспорт відходу", ДСТУ 3910-99 "Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій", ДСТУ 3911-99 "Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи". Розробка і вдосконалення подібних нормативів завжди були і залишаються дуже актуальними. Тому робота в даному напрямі є найважливішим завданням відповідних природоохоронних установ і організацій. Права громадян на екологічно

безпечне життя закріплені в Конституції України, згідно з якою забезпечення екологічної безпеки і підтримка екологічної рівноваги на території України, охорона довкілля від забруднення, зокрема, відходами виробництва і споживання, подолання наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру є прямим конституційним обов'язком держави.

**Головні державні органи, що контролюють виконання вимог природоохоронного законодавства та нормативних документів.** Контроль за дотриманням вимог природоохоронного законодавства і чинних нормативних документів здійснюється спеціально уповноваженими органами виконавчої влади, тобто Міністерством охорони природного середовища, Держкомземом, Держводгоспом та ін.

**Основні завдання державних органів, контролюючих виконання вимог природоохоронного законодавства:**

1. підвищення ефективності екологічного контролю з метою забезпечення неухильного дотримання чинного природоохоронного законодавства;
2. постійне вдосконалення законодавчо-нормативної бази;
3. поширення сучасних методів і технологій ведення моніторингу довкілля;
4. поліпшення методичного та довідково-інструктивного забезпечення природоохоронної діяльності, а також контроль, зокрема, за:
5. використання та охорона земель, надр, у тому числі підземних вод;
6. використання та охорона поверхневих вод, морського середовища;
7. охорона атмосферного повітря;
8. поводження з небезпечними речовинами, у тому числі токсичними промисловими і побутовими відходами;
9. дотримання вимог природоохоронного законодавства та норм екологічної безпеки при переміщенні через державний кордон транспортних засобів та вантажів.

На сьогодні можна вважати, що національне екологічне і природоохоронне законодавство України практично пройшло шлях становлення, проте ще не стало повністю дієздатною системою нормативно-правового забезпечення екологізації національного шляху розвитку. Проблема дієздатності зазначеної системи, забезпечення її ефективними механізмами виконання вимог чинного законодавства потребує першочергового вирішення.

Гостро стоять також проблеми постійного вдосконалення чинного законодавства відповідно до сучасних вимог реформування економіки та реальних умов діяльності суб'єктів господарювання із законодавчим закріпленням загального принципу "забруднювач платить", а також гармонізації національного екологічного законодавства з європейським.

## 5.2 Аспекти природоохоронного законодавства Європейського Союзу

Розвиток економіки, надійність структури інвестицій у соціально-економічну сферу будь-якої розвиненої країни Європи і світу, їх ефективність значною мірою залежать від політики, спрямованої на раціональне використання, захист та відтворення навколишнього природного середовища. Протягом багатьох років держави-члени Європейського Союзу (ЄС) у межах своєї компетенції впроваджували концепцію сталого розвитку для всіх сфер життя, включаючи захист усіх без винятку компонентів біосфери. Сталий розвиток держав-членів ЄС включає серед інших і такі принципи, як свобода доступу до інформації стосовно навколишнього природного середовища, запобігання шкоді довкіллю, оцінка антропогенного впливу на нього, захист клімату, біологічної різноманітності природи, управління навколишнім середовищем тощо.

На форми правової охорони довкілля ЄС та інших країн, у тому числі України, безперечно вплинули "Рапорт У. Танта "Людина та її середовище" (1969), "Рапорт Комісії Брундтлянд", Декларація, проголошена в Ріо-де-Жанейро на "Зустрічі Землі" (1992), іншими словами, "Хартія Землі" і "Порядок денний на 21 століття" (або Глобальна програма дій) і, врешті, Декларація з проблем сталого розвитку (Йоганнесбург, 2002).

Ідея сталого розвитку, викладена в документах ООН, реалізується рядом міжнародних правових угод, що стосуються охорони навколишнього природного середовища. Держави, підписуючи і ратифікуючи ці угоди, зобов'язалися переносити їх умови у площину внутрішнього законодавства, яке можна змінювати і постійно вдосконалювати.

**Система законодавства ЄС щодо охорони довкілля** становить специфічний приклад законодавчих рішень міжнародного характеру, вони обов'язкова для всіх країн-членів ЄС і дає змогу гармонізувати внутрішнє законодавство кожного з цих членів із загальноєвропейським.

Обговорюючи правову систему охорони природного середовища ЄС, треба неодмінно ознайомитися з терміном *acquis communautaire* (фр.), який означає правовий доробок Європейської спільноти. У цей доробок вкладені первинне законодавство, міжнародне законодавство у формі визначених правових актів, судові органи, міжнародні угоди та угоди, пов'язані з діяльністю країн-членів ЄС. Кожна держава-член цього союзу, а також держави, які вступають до нього, повинні визнати *acquis communautaire* і в обов'язковому порядку ввести його до внутрішнього законодавства. Водночас цей термін означає не тільки власне законодавчі акти, а й також (а можливо, передусім) їх розуміння, правове застосування, відповідальність тощо.

Правові документи ЄС можна поділити на документи обов'язкового характеру, застосування і дотримання яких є обов'язковим, вони мають значення "твердого законодавства" (англ. *hard law*), та документи необов'язкового характеру, що визначаються як "м'яке законодавство" (англ. *soft law*).

**Правові документи ЄС обов'язкового характеру поділяють на первинні і вторинні законодавчі акти.**

*Первинні законодавчі акти* – це:

1. засновницькі трактати;
2. трактати, що вносять зміни в засновницькі трактати;
3. трактати про прийняття нових членів (трактати про приєднання).

Друга група документів – це *вторинні законодавчі акти* (акти, які постійно можна змінювати (доопрацьовувати)). Серед них **обов'язкові акти**:

- 1) директиви,
- 2) розпорядження,
- 3) рішення

**Документи, які не мають обов'язкового характеру:**

- 1) програми,
- 2) експертизи,
- 3) рекомендації,
- 4) Зелена Книга,
- 5) Біла Книга,
- 6) ухвали,
- 7) рапорти.

**Правові документи ЄС, що відносяться до обов'язкових законодавчих актів, їх характеристики.**

*Директива* є правовим актом, який розробляється для держав-членів ЄС, зобов'язує їх доступними для себе засобами та механізмами реалізувати мету, окреслену в ній. Директиви не виконуються безпосередньо! Тільки національні законодавчі акти, прийняті на підставі директив, є основою прав та обов'язків для фізичних та юридичних осіб.

*Розпорядження* є правовим актом загального характеру, яке у внутрішньому законодавстві відповідає законам. Розпорядження застосовується безпосередньо в державах-членах ЄС. Розпорядження визначає права та обов'язки фізичних і юридичних осіб.

*Рішення* є правовим актом індивідуального характеру, яке скероване до конкретно визначених адресатів, якими можуть бути держава, кілька країн-членів ЄС або фізичні чи юридичні особи.

**Значну роль в охороні та відтворенні навколишнього природного середовища відіграють *програми***, які є актами необов'язкового характеру. Ці документи мають політично-стратегічне значення. *Програма* – це список дій, які виконують відповідні компетентні органи країн-членів ЄС у визначеній сфері за певний час. На сьогодні у сфері охорони природного середовища Європейська спільнота впровадила шість Програм дій.

**У процесі прийняття вторинних законодавчих актів в ЄС мають місце чотири процедури:**

- 1) консультативна процедура,*
- 2) процедура співпраці,*
- 3) процедура прийняття спільного рішення,*
- 4) процедура згоди.*

Спільним елементом для цих процедур є те, що Рада або Парламент з Радою ЄС можуть затвердити законодавчий акт лише на підставі пропозиції відповідної Комісії.

Реалізація політики сталого розвитку країн-членів ЄС можлива за умови встановлення "твердого законодавства" у формі директив, розпоряджень, а також внутрішніх законодавчих актів.

**Законодавчі акти ЄС, які регламентують діяльність у сфері охорони довкілля.** У правовій системі ЄС прийнято та досить успішно впроваджено близько 300 законодавчих актів (директиви, розпорядження, пропозиції тощо), які регламентують діяльність у сфері охорони довкілля. Відповідно до сфери застосування їх можна поділити на такі категорії:

- загальні законодавчі акти,
- захист водних ресурсів та атмосферного повітря від забруднення,
- захист навколишнього природного середовища від негативного впливу відходів,
- заходи щодо запобігання вичерпуванню озонowego шару,
- хімічні речовини,
- промислові ризики та біотехнологія,
- охорона природи,
- боротьба з шумовими викидами тощо.

Порівнюючи структуру і конкретні завдання основних складових правової системи охорони природного середовища ЄС і України, слід відзначити, що ієрархія природоохоронних нормативно-правових відносин у нашій країні на сьогодні досить відрізняється від загальноєвропейських підходів. Відповідно до Конституції України правові і нормативні акти України у сфері охорони довкілля і використання природних ресурсів мають таку ієрархію: Конституція України; закони, кодекси та міжнародні договори, ратифіковані Верховною Радою України; постанови Верховної Ради України; постанови Кабінету Міністрів України; нормативні документи міністерств і відомств (накази, положення, доручення, розпорядження, інструкції тощо); нормативні документи місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, вага яких визначена Законом України "Про місцеве самоврядування в Україні" (1997) та Указом Президента України "Про концепцію державної регіональної політики" від 25.05.01.

Необхідно відзначити, що в Україні, як і в ЄС, у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема при поводженні з відходами й управлінні ними, значну роль відіграють цільові програми,

відповідні концепції тощо, які визначають загальну стратегію держави в цих сферах.

### 5.3 Гармонізація національного природоохоронного законодавства з європейським

На виконання Указу Президента України № 1072 від 14.09.2000 "Про програму інтеграції України до Європейського Союзу" урядом країни розробляється і впроваджується деталізований комплекс заходів щодо наближення національного природоохоронного законодавства до відповідного європейського. Інтеграція України до ЄС має здійснюватися шляхом створення правової нормативно-методичної та організаційної бази, гармонізованої з європейською, яка має відповідати вимогам національної та загальноєвропейської екологічної безпеки. З цією метою на загальнодержавному рівні розроблено нові законодавчі акти: "Про екологічний аудит", "Про екологічне страхування" та "Про екологічну (природно-техногенну) безпеку" (1995) тощо. Прийнято закон "Про внесення змін до деяких законодавчих актів у зв'язку з ратифікацією Україною Конвенції про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля" (2002). Розроблено ряд законодавчих і нормативних актів, необхідних для реалізації в Україні вимог Монреальського протоколу щодо викидів речовин, які забруднюють атмосферу і руйнують озоновий шар. Запроваджено ліцензування експорту та імпорту відходів, особливо небезпечних речовин і матеріалів, озоноруйнуючих речовин. Відпрацьовуються механізми законодавчо-нормативного регулювання взаємодії природоохоронних органів з іншими уповноваженими в цій галузі органами виконавчої влади, включаючи правоохоронні органи. Набув чинності і виконується Закон України "Про програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки".

Таким чином, екологічна інтеграція України до ЄС має здійснюватися шляхом системного вдосконалення і приведення у відповідність з європейською правовою, нормативно-методичною та інституціональною базою екологічного управління й екологічної безпеки, взаємодії з громадськими об'єднаннями. Для цього необхідно в першу чергу ідентифікувати національну екологічну політику і привести її у відповідність із загальноєвропейською екологічною політикою.

У цьому зв'язку дуже важливого значення набуває формування реальних еколого-економічних механізмів природокористування та природоохоронної діяльності. Основними елементами цих механізмів є:

- 1) збір за забруднення навколишнього природного середовища, зокрема за рахунок утворення та накопичення відходів виробництва і споживання;



- 2) система зборів за спеціальне використання природних ресурсів (мінеральних, земельних, водних та ін.);
- 3) відшкодування збитків, заподіяних унаслідок порушення законодавства про охорону довкілля.

Запровадження еколого-економічних важелів створює необхідні стимули до більш раціонального використання природних ресурсів та їх охорони, визначає реальні джерела фінансування природоохоронної діяльності.

Для фінансування природоохоронних витрат, пов'язаних з відтворенням та підтриманням довкілля в належному стані, у Державному бюджеті України з 1994 р. було створено окремий розділ "Охорона навколишнього природного середовища та ядерна безпека". Розділом передбачені витрати на охорону і раціональне використання мінеральних, земельних і водних ресурсів, утримання відповідних місцевих природоохоронних органів.

З 1992 р. в Україні діє система державних цільових екологічних фондів охорони навколишнього природного середовища на загальнодержавному та місцевому рівнях. З 1998 р. їх включено до складу відповідних бюджетів (до цього вони були позабюджетними).

Об'єднання екологічних фондів в єдиній фінансовій системі за умов збереження всіх елементів самостійності відповідних регіональних фондів забезпечує надійні можливості взаємного страхування, кредитування, об'єднання ресурсів для виконання спеціальних екологічних проектів.

Держава активно сприяє впровадженню інвестиційних проектів екологічного спрямування. Реалізуються пріоритетні проекти з охорони довкілля, у тому числі в рамках "Національної програми оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води" (1997), "Програми використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року", державних програм соціально-економічного розвитку окремих регіонів України тощо.

Із залученням кредитів Європейського банку реконструкції та розвитку завершується розширення і реконструкція центральних очисних споруд м. Запоріжжя, загальна потужність яких складе 435 тис. м<sup>3</sup> на добу. У рамках програми допомоги України урядом Данії реалізується ряд багатоцільових інвестиційних проектів, спрямованих на реконструкцію комунально-господарських об'єктів у дев'яти містах України, проводяться роботи щодо здійснення інвестиційного проекту (загальний обсяг 100 млн дол США) з розв'язання проблеми поводження з відходами м. Києва. У рамках програми допомоги уряд Японії реалізує проект з очищення стічних вод м. Кривий Ріг.

## 5.4 Інтеграція до Європейської екологічної спільноти

У 2000 р. в Україні було затверджено "Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки". Її розроблено відповідно до рекомендацій "Загальноєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття" (1995). У документі значну увагу приділено питанням формування загальноєвропейської екологічної мережі як єдиної просторової системи територій країн Європи з природним або частково зміненим станом довкілля.

Поеднання національної екологічної мережі з екологічними мережами сусідніх країн, що входять до відповідної загальноєвропейської мережі, передбачається здійснити шляхом створення спільних транскордонних елементів екологічної мережі в межах природних регіонів та коридорів, узгодження проектів природокористування і землеустрою на прикордонних ділянках.

Процесам екологічної європейської інтеграції України сприяє чинна угода про партнерство та співробітництво між ЄС і Україною, зокрема спільна стратегія ЄС щодо нашої країни.

Співробітництво з ЄС здійснюється в рамках програми TACIS, а також деяких інших цільових програм і проектів. Впровадження в Україні природоохоронних проектів за програмою TACIS сприяє підвищенню ефективності природоохоронних заходів, що здійснюються як на державному, так і на регіональному рівнях, робить реальним виконання Україною зобов'язань, що випливають із підписаних конвенцій та угод у галузі охорони довкілля.

На сьогодні Україна є стороною 35 двосторонніх угод, 14 з яких міжвідомчі. Партнерами України є, зокрема, такі країни, як Республіка Польща, Республіка Молдова, Угорська Республіка, Російська Федерація, Республіка Білорусь, Словацька Республіка, Румунія, Республіка Болгарія. Значного розвитку набуло співробітництво в екологічній сфері зі США, Канадою, Нідерландами, Данією, Німеччиною, Швейцарією, Великою Британією. Здійснюються заходи щодо укладення міжвідомчих угод про співробітництво в природоохоронній сфері з Естонією, Чехією, Грецією, Марокко, Аргентиною, Казахстаном, Бразилією. Україна уклала з Польщею угоду про транскордонне перевезення небезпечних відходів (1994) та з Російською Федерацією угоду про співробітництво з питань відходів, що містять ртуть (1997). У 1993 р. Україна підписала рамкову угоду з Республікою Молдова про співробітництво в галузі охорони довкілля. Обидві країни уклали також окрему угоду про використання і захист транскордонних водних об'єктів. Створено спільну робочу групу, яка має контролювати негативний вплив різних техногенних чинників на басейн р. Дністер.

Українсько-голландське співробітництво охоплює екологічне управління, розвиток і захист від забруднення природного заповідного фонду, управління водними ресурсами. Двосторонні угоди з Нідерландами і Швейцарією стосуються водоочисних споруд у м. Одеса та очисних споруд на цукрових заводах, а також реконструкції насосних станцій м. Маріуполя на Азовському морі. Результатом співробітництва з Данією стали, зокрема, пілотні проекти заводів для переробки токсичних відходів в індустріальних регіонах України, проект "чистих технологій" у машинобудівній галузі та ін.

Особливу цінність мають двосторонні відносини в частині вивчення досвіду розв'язання конкретних екологічних проблем та принципів побудови державної екологічної політики.

У вересні 1997 р. представники Білорусі, Болгарії, Естонії, Латвії, Литви, Польщі, Молдови, Румунії та України підписали Торунську декларацію про співробітництво в галузі охорони навколишнього природного середовища в країнах Центральної і Східної Європи. Країни зобов'язалися розвивати співробітництво в різних сферах охорони довкілля, включаючи зміни клімату, проблеми енергетичного забезпечення і здоров'я людини, моніторинг різних природних компонентів і довкілля в цілому, погоджувати загальні й організаційні питання екологічної політики, сприяти регіональним стратегіям сталого розвитку. Представники країн, що підписали Декларацію, проводять щорічні зустрічі з метою обміну інформацією і досвідом.

Для поглиблення економічних зв'язків між країнами-учасниками Центральноєвропейської ініціативи (ЦЄІ) та Чорноморського економічного співробітництва (ЧЕС), вироблення і впровадження конкретних проектів у сфері охорони навколишнього природного середовища Україна активно використовує потенціал і досвід співробітництва в рамках цих угруповань.

Таким чином, Україна як природна складова загальноєвропейського природного простору проводить активну інтегруючу політику як з ЄС у цілому, так і на двосторонній основі. Підписано і виконується багато договорів (двосторонніх і багатосторонніх), спільних програм. Так, Україна виконала зобов'язання Меморандуму про взаєморозуміння між урядами країн "великої сімки", Європейської комісії і України щодо закриття Чорнобильської АЕС, яка являє собою еколого-техногенну загрозу не тільки національного, а й європейського масштабу.

## 5.5 Нормативно-правова діяльність Європейського Союзу та України у сфері поводження з відходами

Україна як сучасна правова держава вибрала для себе одним із пріоритетних напрямів розвитку спрямованість на ЄС, зокрема, шляхом гармонізації сучасного українського законодавства до європейських стандартів, адаптації положень нормативно-правових актів, у тому числі і

щодо відходів. Тому розв'язання проблеми поводження з відходами на державному рівні має здійснюватись, насамперед, шляхом впровадження ефективного законодавчого регулювання, яке повинно будуватись на врахуванні національних особливостей у вирішенні цього питання та позитивному досвіді відповідного європейського законодавства.

Політика управління відходами ЄС передбачає ряд принципів, які мають загальний характер, тому їх застосування та інтерпретація залишають державам-членам та країнам-претендентам на членство в ЄС можливість поступової адаптації національних особливостей до європейського законодавства.

**Головним нормативно-правовим документом ЄС у сфері поводження й управління відходами, яким визначено правові рамки та основні принципи поводження з ними, є Директива 75/442/EWG.**

Директива 75/442/EWG вводить єдині визначення термінів і понять "відходи", "пошук", "утилізація" тощо. Під відходами розуміється "кожна субстанція чи предмет, яких власник позбувається, хоче позбутися або мусить позбутися відповідно до чинного законодавства". Зазначеною директивою визначені такі категорії відходів: промислові та харчові рештки; продукти, які не відповідають установленим вимогам; продукти, для яких закінчився термін придатності; предмети, які не придатні для використання (використані батарейки, каталізатори тощо); відходи виробництва (шлаки, рештки після дистиляції); рештки від видобутку і переробки сировини (гірничі шлаки, важкі оливи з нафтових полів); продукти, для яких власник не знаходить подальшого застосування (відходи сільського господарства, підсобних господарств тощо). Загалом ця директива налічує 16 категорій відходів, на основі яких впроваджений єдиний *Європейський каталог відходів* (рішення 2000/532/EWG), що періодично переглядається й оновлюється.

Також у директиві визначені основні принципи управління відходами, що регулюють діяльність суб'єктів господарювання в цій сфері. До них відносять:

- запобігання росту об'ємів утворення відходів та зниження ступеня їх шкідливості;
- повторне використання та вторинна переробка, вилучення цінних компонентів з відходів;
- утилізація з метою отримання енергії; безпечне кінцеве розміщення відходів (застосовується в крайньому випадку, коли всі вищезазначені дії не є можливими).

Іншим визначальним принципом організації поводження з відходами, закріпленим у директиві, є "відповідальність виробника". Суб'єкти господарювання, насамперед виробники продукції, повинні приймати безпосередню участь у забезпеченні належного поводження з речовинами й продуктами, що утворюються в процесі їх виробництва, протягом всього експлуатаційного циклу. Це безперечно змушує виробників вже на стадії

проектування продукції впроваджувати заходи щодо зменшення утворення відходів та брати активну участь у заходах з управління ними.

Слід відзначити, що витрати на організацію прийому та розміщення відходів покладаються на виробників та власників відходів, які передають їх підприємствам зі збирання і розміщення відходів, за принципом "забруднювач платить".

Незважаючи на це, згідно з директивою країни ЄС зобов'язані створити комплексну і розвинену мережу об'єктів розміщення відходів з урахуванням передових наукових та економічних технологій. Оскільки директива не забороняє захоронення відходів, а забороняє лише недбале поводження з ними, їх несанкціоноване розміщення, то перед підприємствами постає досить складне завдання, наприклад: поділ відходів на види, облік та рух відходів, отримання необхідних дозволів в уповноважених органах влади тощо.

У той же час директива не регулює способи та процедури утилізації певного ряду відходів, до яких належать:

- 1) газові забруднення атмосфери, які охоплені іншими правовими актами;
- 2) радіоактивні відходи;
- 3) відходи, утворені при дослідницьких роботах, видобутку, переробці і зберіганні мінеральної сировини та експлуатації каменоломень;
- 4) останки тварин та такі відходи сільськогосподарського походження, як тваринні рештки та інші небезпечні природні органічні субстанції;
- 5) стоки, за винятком рідких відходів;
- 6) знешкоджені вибухові матеріали.

Правила поводження з вищенаведеними небезпечними та подібними відходами визначені в ряді спеціальних директив, прийнятих ЄС.

Крім Директиви 75/442/EWG, що прямо стосується відходів, основою законодавчої бази країн-членів ЄС у цій сфері є також Директива 91/689/EWG *про небезпечні відходи*. Суттю цього документа є стандартизація нормативно-правових актів держав Спільноти з контролю за управлінням небезпечними відходами. Директива містить певні вимоги до Директиви 75/442/EWG, що стосуються небезпечних відходів, та визначає обов'язки й обмеження для власників небезпечних відходів, зокрема нею забороняється змішувати між собою різні категорії небезпечних відходів.

*Директивою ЄС 91/689EWG* визначається поняття небезпечних відходів, регулюються проблемні питання поводження з токсичними відходами, вводяться вимоги з ліцензування засобів для їх переробки і рекомендації щодо поводження з цими відходами, включаючи їх знищення. Основною метою директиви є зближення нормативно-правових актів держав Спільноти та визначення обов'язкових механізмів і методів контролю діяльності у сфері управління небезпечними відходами. Небезпечними відходами визнані ті, що входять до списків, погоджених Спільнотою, які доповнюють перелік, прийнятий у Директиві ЄС 75/442 EWG. У зв'язку з цим у рамках адаптації українського екологічного законодавства до

європейських стандартів Радою по вивченню продуктивних сил НАН України та Науково-дослідним економічним інститутом Мінекономіки України розроблений класифікатор відходів, остаточна редакція якого гармонізована з європейським переліком відходів відповідно до Директиви ЄС 91/689.

Зазначена директива впроваджує суворіші, ніж для звичайних відходів процедури видачі дозволів та контролю установ і підприємств-виробників небезпечних відходів, ведення реєстру небезпечних відходів тощо.

Наступними важливими правовими актами ЄС у сфері управління відходами є директиви, присвячені переробці відходів та їх утилізації. Вимоги до знешкодження відходів та їх складування містить *Директива про складування відходів 1999/31WE*. Вона має на меті суворими експлуатаційними і технічними вимогами зменшити або запобігти впливу відходів на довкілля. Положення директиви спонукають насамперед до:

- 1) встановлення правил розміщення відходів на складах і вимог, що стосуються їх переробки;
- 2) створення системи дозволів на функціонування складів;
- 3) окреслення обов'язків оператора складу.

Спалювання відходів регулюється кількома правовими актами, проте найбільше значення має *Директива про спалювання відходів 2000/76/WE*, яка наприкінці 2005 р. змінила діючі раніше директиви про спалювання комунальних відходів (89/369/EWG і 89/429/EWG) і про спалювання небезпечних відходів (94/67/ WE). Головною метою цього документа є запобігання або мінімізація негативного впливу сміттєспалювальних підприємств на довкілля і здоров'я людей.

*Директива ЄС 94/62* (про упаковку та відходи) вимагає від країн-членів Європейської спільноти розвитку технологій з переробки і повторного використання упаковки та розробки механізмів її збору. Директивою введені стандарти щодо складу пакувальних матеріалів, якими передбачено обмеження вмісту важких металів. Відповідно до директиви країни ЄС зобов'язані розробити плани відходів пакувальних матеріалів і регулярно звітувати про застосування встановлених норм у цій сфері.

*Директива ЄС 91/157*, змінена директивами ЄС 93/86 та ЄС 98/101, регулює поводження з акумуляторними батареями й обмежує вміст у них ртуті, кадмію, свинцю. Такі батареї повинні мати відмітку у вигляді перекресленого смітника, вказуючи на те, що їх не можна викидати як звичайні побутові відходи. Члени ЄС до внесення поправок у 1998 р. зобов'язані були організувати окрему систему збору батарейок. Після внесення певних поправок використання батарейок, що містять ртуть, було повністю заборонено.

*Директива ЄС 75/439* про утилізацію відпрацьованого масла, доповнена директивами ЄС 87/101 та 91/692, забезпечує безпечні скиди, очистку, зберігання і знищення використаних масел. Згідно з цією директивою члени ЄС повинні надавати пріоритет переробці і вторинному

використанню масляних відходів за умови, що це можливо технічно та економічно. Директивою забороняється скидати відходи масел у водні об'єкти і дренажні системи. Уведено ліцензування діяльності зі збору, обробки і знищення цього виду відходів, а також інші спеціальні вимоги.

*Директива ЄС 76/403*, змінена Директивою ЄС 96/59, має за призначення регулювати обеззараження і захоронення всіх продуктів, що містять РСВ/РСТ (поліхлорбіфеніли / поліхлортерфеніли). Відповідно до неї обладнання, що продукує ці речовини, повинно пройти інвентаризацію і має перебувати на обліку. Члени ЄС були зобов'язані до вересня 1999 р. розробити плани щодо знищення РВС/РСТ, а до 2010 р. і взагалі видалити їх утворення у відповідних технологічних процесах.

*Директива ЄС 86/278* регулює проблемні питання використання осадів стічних вод у сільському господарстві. Документ встановлює максимальні обмеження для концентрацій важких металів в осадах і ґрунтах, у місцях накопичення зазначених осадів, а також визначає умови використання стічних вод. Згідно з цією директивою має здійснюватися моніторинг осадів стічних вод та ґрунтів щодо зміни в них концентрації важких металів.

*Директивою ЄС 90/667* передбачені гігієнічні норми для захоронення і переробки відходів тваринництва. У першу чергу вона орієнтована на знищення відходів, заражених "коров'ячим сказом" (BSE).

В ЄС існують також спеціальні нормативні акти, що регулюють питання транспортування відходів: *Директива ЄС 78/319 та Постанова ради Європи № 259/93* про нагляд і контроль за переміщенням відходів у межах Європейської спільноти, а також за їх увезенням і вивезенням з території ЄС. Так, для організації і здійснення внутрішніх перевезень відходів у межах однієї держави всі країни ЄС зобов'язані забезпечити розробку і впровадження системи нагляду і контролю, яка має бути складовою частиною єдиної системи, що існує в ЄС.

Зазначені нормативно-правові акти становлять основу системи управління відходами у країнах-членах ЄС. Вони є правовим інструментом у боротьбі зі зростаючим в європейських країнах об'ємом відходів. Про те, чи даний інструмент активно використовується, вирішують окремі європейські держави шляхом впровадження і застосування внутрішніх нормативно-правових актів.

Законодавство України у сфері управління відходами складається із законів України:

- "Про охорону навколишнього природного середовища",
- "Про відходи",
- "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення",
- "Про поводження з радіоактивними відходами",
- "Про металобрухт",
- Кодексу України про надра,
- інших нормативно-правових актів.

Зазначені законодавчі акти спрямовані на врегулювання відносин, пов'язаних з проблемами, що виникають у суб'єктів права стосовно поводження з відходами, а також системою заходів щодо організаційно-економічного стимулювання ресурсозбереження.

Основними принципами законодавства є:

1. мінімізація утворення,
2. максимальна утилізація,
3. забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження відходів відповідно до вимог екологічної безпеки.

Важливим аспектом поводження з відходами є застосування сучасних методів їх ідентифікації, класифікації, паспортизації з метою визначення вискоєфективних технологій поводження з ними відповідно до стандартів ЄС.

Згідно зі статтею 44 закону України "Про охорону навколишнього природного середовища" у сфері поводження з відходами реалізується один із основоположних принципів екологічного законодавства "забруднювач платить". Збір за забруднення природного середовища встановлюється на основі фактичних обсягів викидів, лімітів скидів забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище і розміщення відходів. Такі ліміти встановлюються, коли виробнича, комунально-побутова, сільськогосподарська діяльність призводить до забруднення природних ресурсів за оцінками подання спеціально уповноважених органів виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів.

Порядок встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього середовища і стягнення їх визначається Кабінетом Міністрів України (Постанова КМУ № 303 від 01.03.99 з доповненнями від 01.07.02 та Постанова КМУ № 402 від 28.03.03 "Про внесення змін у додаток 1 до Порядку встановлення нормативів збору за забруднення навколишнього природного середовища і стягнення цього збору").

Збори підприємств, установ, організацій, а також громадян за викиди і скиди забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище, розміщення відходів та інші види шкідливого впливу в межах ліміту відносяться на витрати виробництва.

Існує також поняття збору за погіршення якості природних ресурсів, тобто зниження родючості ґрунтів, продуктивності лісів, рибопродуктивності водоймищ тощо, що виникає на основі володіння і користування. Цей збір визначається на основі нормативів, які також встановлюються Кабінетом Міністрів України (ст. 45 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища").

Кошти від стягнення зборів надходять до місцевих бюджетів та Державного фонду охорони навколишнього природного середовища і спрямовуються на виконання робіт з відтворення, підтримання різних природних ресурсів у належному стані (ст. 46 Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища"). З цього фонду фінансуються



природоохоронні і ресурсозберігаючі заходи, наукові дослідження, спрямовані на зниження впливу забруднення довкілля на здоров'я людей, а також на стимулювання працівників спеціально уповноважених державних органів та громадських інспекторів. Гармонізація законодавства України до законодавства ЄС в цій сфері триває.

Відповідно до Закону України "Про відходи", який визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної із запобіганням або зменшенням обсягів утворення відходів, їх збиранням, перевезенням, зберіганням, обробленням, утилізацією та видаленням, знешкодженням та захороненням, а також з відверненням негативного впливу відходів на довкілля та здоров'я людини на території України, передбачені основні завдання з його реалізації.

До **основних завдань** Закону України "Про відходи" належать:

1. визначення основних принципів державної політики у сфері поводження з відходами;
2. правове регулювання відносин щодо діяльності у сфері поводження з відходами;
3. визначення основних умов, вимог і правил щодо екологічно безпечного поводження з відходами, а також системи заходів, спрямованих на організаційно-економічне стимулювання ресурсозбереження;
4. забезпечення мінімального утворення відходів, розширення їх використання в господарській діяльності, запобігання шкідливому впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини.

**Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами** є пріоритетний захист довкілля та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку (ст. 5 Закону України "Про відходи").

До основних напрямів державної політики України щодо реалізації зазначених принципів належать:

1. забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;
2. зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;
3. забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;
4. сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого, повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

5. забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;
6. організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;
7. здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;
8. забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;
9. обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації.

Також Закон України "Про відходи" визначає **основні терміни та положення** (поняття відходів, небезпечних відходів, виробник відходів, поводження з відходами, збирання, зберігання, оброблення (перероблення), перевезення відходів, транскордонне перевезення відходів, утилізація, видалення, знешкодження, захоронення, розміщення відходів, Державний класифікатор відходів, відходи як вторинна сировина тощо) у сфері поводження з відходами.

Так, згідно з цим законом *утилізація відходів* – використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів; *Державний класифікатор відходів* – систематизований перелік кодів та назв відходів, призначений для використання в державній статистиці з метою надання різнобічної та обґрунтованої інформації про утворення, накопичення, оброблення (перероблення), знешкодження та видалення відходів; *транскордонне перевезення відходів* – транспортування відходів з території, на/або через територію України, на території або через територію іншої держави; *відходи як вторинна сировина* – відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні і/або економічні передумови.

У цілому Закон України "Про відходи" складається з 10 розділів, у яких регламентовані питання відносин права власності на відходи, визначені суб'єкти у сфері поводження з відходами, їх права та обов'язки, визначена компетенція органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, державний облік, моніторинг та інформування у сфері поводження з відходами, заходи і вимоги щодо запобігання або зменшення утворення відходів та екологічно безпечного поводження з ними, економічного забезпечення заходів утилізації відходів і зменшення обсягів їх утворення, правопорушення у сфері поводження з відходами і відповідальність за них, міжнародного співробітництва у сфері поводження з відходами.

Для України надзвичайно актуальними є проблеми, пов'язані з утворенням і накопиченням радіоактивних відходів. На сучасному етапі поводження з ними виділено в окрему сферу.

Законодавство України, що регулює відносини у цій сфері, складається із Закону України "Про поводження з радіоактивними відходами", Закону України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" та інших цільових нормативно-правових актів.

Зазначені закони спрямовані на забезпечення захисту людини та навколишнього природного середовища від шкідливого впливу радіоактивних відходів на сучасному етапі та в майбутньому.

Закон України "Про поводження з радіоактивними відходами" складається з 12 розділів, у яких визначені основні терміни та поняття, що використовуються в цьому законі, компетенція органів державної влади і державного управління, обов'язки юридичних та фізичних осіб, порядок під час поводження з радіоактивними відходами, визначений правовий режим територій, відведених під сховища радіоактивних відходів, соціальні аспекти державної політики у сфері поводження з радіоактивними відходами, визначена відповідальність за порушення законодавства, міжнародне співробітництво у сфері поводження з радіоактивними відходами тощо.

14 вересня 2000 р. затверджено Закон України "Про Загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами", яка розрахована на п'ять років. **Основною метою програми** є запобігання накопиченню токсичних відходів і обмеження їх шкідливого впливу на довкілля та здоров'я людини. Відповідно до мети Програма передбачає розв'язання таких завдань: визначення пріоритетних напрямів у сфері поводження з токсичними відходами як складової частини державної політики в галузі охорони довкілля; розроблення і здійснення програмних заходів щодо послідовного скорочення обсягів накопичення токсичних відходів шляхом утилізації, знешкодження та видалення; обмеження утворення токсичних відходів шляхом реструктуризації виробництва (там, де це можливо); регенерації, впровадження маловідходних технологій і процесів замкнутого циклу; очищення забруднених токсичними відходами територій.

З огляду на викладене можна констатувати, що основними недоліками чинного законодавства України у сфері поводження з відходами є відсутність або нечіткість законодавчих положень, які регламентують основи державної політики з організації збору, переробки відходів з метою їх повторного використання.

Необхідно також зазначити, що гармонізація українського екологічного законодавства в цілому і у сфері поводження з відходами з відповідним європейським законодавством на сьогодні носить скоріше декларативний характер і потребує подальшого розвитку на основі багатостороннього комплексного підходу.

## 5.6 Основні аспекти чинного нормативно-правового забезпечення поводження з відходами та його подальший розвиток

Протягом останнього десятиріччя тривало накопичення відходів як у промисловому, так і в побутовому секторах. Розрив між накопиченням відходів і заходами, спрямованими на запобігання їх утворенню, розширення утилізації, знешкодження та видалення, загрожує не тільки поглибленням екологічної кризи, а й загостренням соціально-економічної ситуації в цілому. Звідси випливає нагальна необхідність подальшого вдосконалення та розвитку з урахуванням вітчизняного та світового досвіду всієї правової і економічної системи, що регулює поводження з відходами.

Згідно з європейською практикою проблема відходів має розглядатися як один з визначальних факторів екологічної безпеки. Тому в плані вибору пріоритетів при розв'язанні цієї проблеми слід виходити з оцінки відходів як ресурсного джерела, так і екологічно небезпечного чинника.

Як було зазначено раніше, нормативно-правові акти ЄС, що регулюють управління відходами – це документи, що визначають стратегії, політику в зазначеній сфері. До таких документів належать також відповідні резолюції ЄС. Останні, не маючи прямого зобов'язуючого характеру, набувають першочергового значення для розвитку законодавства про відходи. У них виділені загальні принципи та головні цілі управління відходами, на які посилаються всі законодавчі акти цього напрямку. До основних стратегічних актів ЄС у сфері поводження з відходами належать:

1. Стратегія ЄС щодо управління відходами від 18.09.89;
2. Резолюція Ради ЄС від 07.05.90 та резолюція Європарламенту від 19.02.94 про управління відходами;
3. Рапорт Європейської Комісії для Парламенту і Ради ЄС про політику управління відходами від 08.10.95;
4. Резолюція Ради ЄС від 24.02.97 про стратегію управління відходами.

Крім того, проблематика відходів внесена в так звані програми дій, що стосуються довкілля. Перша Програма дій (1973–1976) вказувала на обов'язковість прийняття Європейською спільнотою необхідних дій у сфері утилізації відходів як важливої проблеми, що спричиняє порушення умов вільної конкуренції.

Друга (1977–1981) і третя (1982–1986) Програми дій розширили проблеми, пов'язані з відходами та боротьбою зі шкідливими наслідками їх накопичення і збереженням природних ресурсів при одночасному управлінні ними. У цих програмах політика управління відходами брала до уваги три аспекти:

1. запобігання утворенню відходів;
2. переробку та повторне використання відходів;
3. безпечну утилізацію відходів, що не підлягають переробці.

Зазначений підхід був реалізований і в четвертій Програмі дій (1987–1992), у якій особлива увага приділялась впровадженню "чистих технологій" та "чистих продуктів". У Програмі вказано на необхідність реалізації комплексних заходів у сфері поводження з відходами. П'ята Програма дій пропагувала виважене управління природними ресурсами та відповідні заходи щодо обмеження кількості утворюваних відходів. На сьогодні обов'язковою до виконання є шоста Програма дій "Наше майбутнє, наш вибір", що закладає далекосяжні цілі, яких треба досягнути у сфері управління відходами, а саме: обмеження кількості відходів, що потрапляють на складування на 20 % до 2000 р., та на 50 % до 2050 р., пропагування переробки і технологій повторного використання відходів, інвестування в цільові науково-технічні розробки, запровадження безвідходного виробництва тощо.

Ключовими елементами стратегії управління відходами є *запобігання їх утворенню або мінімізація обсягів відходів*, далі йде *їх повторне використання*, натомість *їх утилізація чи знешкодження* трактуються як остаточний варіант, який належить застосувати тільки тоді, коли будь-яка інша дія, спрямована на відходи, є неможливою. Таким чином, використання та впровадження методів запобігання утворенню відходів є першочерговим принципом європейської стратегії у сфері поводження з відходами.

На підставі такої чітко окресленої політики створено систему управління відходами у країнах-членах ЄС на національному, регіональному та місцевому рівнях. Відповідні законодавчі акти дали також підставу для організації розвиненої інфраструктури, що створило можливість безпечного збирання, сортування, транспортування, переробки, пошуку матеріалів та знешкодження утворюваних відходів.

Узагальнення досвіду управління відходами в розвинених країнах та досвіду використання відходів в Україні дозволяє стверджувати, що використання відходів як вторинних ресурсів є довгостроковою стратегією економічного розвитку держави, яка спрямовується на розширення ресурсного потенціалу відходів і одночасно на підвищення інтегральної еколого-економічної ефективності їх утилізації.

Як елемент державної політики в конкретних умовах економічного розвитку України використання відходів як вторинних ресурсів має орієнтуватися на такі напрями, в яких воно буде забезпечувати прискорення соціально-економічного розвитку. Тобто цей процес не повинен перетворюватися в самоціль, відірвану від конкретної ресурсно-економічної ситуації, екологічних чи інших суспільних пріоритетів. Ідеться про врахування ринкових критеріїв ефективності інвестицій і насамперед – про швидкість окупності вкладеного капіталу.

Відповідно до Концепції Державної цільової програми перероблення та утилізації відходів як вторинної сировини на період до 2015 р., представленої 17 січня 2005 р. на громадське обговорення, головним завданням є визначення стратегії, пріоритетних напрямів і заходів щодо використання

відходів як вторинних ресурсів в Україні з урахуванням комплексу еколого-економічних і соціальних факторів та створення системи збирання, утилізації та перероблення відходів на державному і регіональному рівнях. При цьому передбачається:

- 1) врегулювання діяльності, пов'язаної зі збиранням, заготівлею, транспортуванням та використанням відходів як вторинної сировини та сталого забезпечення ними переробних підприємств;
- 2) реалізація конкретних пілотних проектів;
- 3) створення інфраструктури поводження з відходами як вторинною сировиною;
- 4) розширення можливостей задоволення матеріально-сировинних та енергетичних потреб України за рахунок відходів як вторинної сировини;
- 5) зменшення ресурсної залежності країни за рахунок вторинних ресурсів та зниження витрат первинної сировини в загальному обсязі ресурсоспоживання;
- 6) створення організаційних, нормативно-правових та інформаційних передумов, а також розроблення економічних механізмів та фінансового забезпечення реалізації заходів, спрямованих на ефективне розв'язання зазначених проблем;
- 7) адаптація чинного законодавства України у сфері поводження з відходами до відповідного законодавства ЄС з урахуванням особливостей співпраці з сусідніми країнами;
- 8) створення умов для широкого застосування системи екологічного менеджменту та аудиту;
- 9) використання сучасного міжнародного науково-технічного й організаційного потенціалу у розв'язанні проблеми відходів в Україні;
- 10) зниження негативного впливу на довкілля.

Завданням Програми в загальному плані є розроблення та впровадження заходів щодо вдосконалення системи управління та створення сектору економіки поводження з відходами в Україні за умов максимального залучення відходів як вторинної сировини в господарський оборот і мінімізації екологічного ризику.

Заходи Програми повинні стати невід'ємною складовою соціально-економічних програм розвитку України та її регіонів.

Розв'язання дуже актуальної для нашої країни проблеми відходів передбачає концентрацію і спрямування фінансових, матеріально-технічних, інтелектуальних та інших ресурсів на пріоритетні завдання і заходи з ресурсозбереження та зменшення негативного впливу відходів на довкілля та здоров'я людей.

Масштабність проблеми виключає загальне глобальне чи фронтальне її розв'язання. Узагальнення досвіду управління поводження з відходами в розвинених країнах та досвіду використання відходів в Україні дозволяє визначити розширення їх використання як пріоритет першого порядку. Але

це лише загальна орієнтація і стратегія. У практичному плані, враховуючи еколого-економічну ефективність утилізації відходів, обмежені фінансово-економічні можливості держави та промислових підприємств, важливого значення набуває розроблення пріоритетів другого і третього порядку. При цьому передбачається формування ефективних напрямів структур з перероблення відходів чи їх видалення, розробка оптимальної науково-технічної політики та відповідних економіко-організаційних заходів у сфері поводження з відходами, реалізація цільових пілотних проектів.

На **першому етапі** необхідно створити сприятливі умови виробникам, споживачам та інвесторам для стимулювання і підвищення ефективності їх участі у вирішенні поставленої задачі, підготувати нормативно-правову та технологічну базу, а також реалізувати ряд важливих проектів як прикладів сучасного підходу та реальних кроків до розв'язання проблеми. Складником заходів мають стати аналітично-оцінні роботи, що визначають державні і регіональні пріоритети, дослідження кон'юнктури ринку щодо сировини та потреб у продукції, яка може бути виготовлена з відходів. У результаті першого етапу має бути розроблений план дій щодо розв'язання проблеми відходів. У міру здійснення комплексу науково-технічних і маркетингових досліджень, організаційних та виробничих заходів передбачається щорічний перегляд зазначеного комплексу, його уточнення та доповнення.

На **першому етапі** здійснюється також ресурсна оцінка відходів і аналіз чинної законодавчої бази з визначенням шляхів, напрямів та впровадженням конкретних заходів із вдосконалення регулювання поводження з ними.

Виходячи з реальних економічних можливостей, визначається **пріоритетність напрямів першого етапу:**

1) розширення використання відходів на діючих підприємствах відповідно до існуючих технологій. При цьому увагу слід акцентувати на заходах організаційного характеру, що не потребують значних витрат, але здатні забезпечити розширення обсягів використання відходів шляхом організаційних перетворень, зміни структури виробництва та споживання ресурсів, удосконалення господарських зв'язків;

2) налагодження системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини, розвиток відповідної інфраструктури;

3) виявлення перспективних наукових досліджень та науково-технічних розробок технологій щодо використання відходів, обґрунтування доцільності та техніко-економічної ефективності їх впровадження і відповідна інноваційна підтримка.

У галузі утилізації відходів, як і в рамках проблеми ресурсозбереження в цілому, особливої уваги вимагатиме нормативно-правова й організаційна підтримки рішень, що мають одночасно екологічний і економічний ефект.

Орієнтовний термін виконання першого етапу 2005–2009 рр.

**На другому етапі необхідно забезпечити:**

- 1) зростання обсягів використання відходів як вторинної сировини, зменшення обсягів утворення відходів та негативного впливу відходів на довкілля, подальший розвиток і вдосконалення системи управління поводження з відходами;
- 2) тиражування найбільш ефективних проектів щодо використання відходів та ресурсозберігаючих технологій;
- 3) подальший розвиток і завершення формування системи збирання, заготівлі та утилізації відходів як вторинної сировини.

Орієнтовний термін виконання другого етапу 2010–2015 рр.

На третьому етапі передбачається широке впровадження маловідходних технологій, перехід до замкнених циклів ресурсоспоживання, а також вироблення нової промислової ідеології, тобто вже на стадії проектування виробництва продукції передбачаються заходи щодо забезпечення утилізації або видалення відходів, які будуть утворені в процесі виробництва та використання виробленої продукції.

Орієнтовний термін виконання третього етапу 2016–2025 рр.

Дієва і працездатна інфраструктура у сфері утилізації і видалення відходів, як свідчить світовий досвід, є ключем як до економічного росту, так і до благополуччя населення. При розміщенні нових підприємств, створенні нових робочих місць важливо наперед забезпечити їх відповідність усім світовим стандартам у галузі поводження з відходами і запобігання забрудненню ними навколишнього природного середовища. Цим значною мірою буде визначатись їх конкурентоспроможність і, в кінцевому підсумку, життєздатність у ринкових умовах та в європейському економічному просторі.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Каримов А.М.* Управление промышленными отходами. Учебн. пособие. В 2 кн. Кн. 1. Промышленные отходы и окружающая среда в современном мире. - Х: РИП "Оригинал", 2000.
2. *Каримов А.М.* Управление промышленными отходами. Учебн. пособие: В 2 кн. Кн. 2. Технологии обезвреживания и утилизации промышленных отходов. - Х.: РИП "Оригинал", 2000.
3. Комплексная переработка минерализованных вод / А.Т. Пилипенко, И.Г. Вахнин, И.Т. Гороновский и др. - Киев: Наукова думка, 1984.
4. *Наркевич И.П., Пешковский В.В.* Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. - М.: Химия, 1984.
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1998 році. - К: Мінекобезпеки України, 1998.
6. Національна доповідь України про гармонізацію життєдіяльності суспільства у навколишньому природному середовищі. Спеціальне видання до 5-ї Всеєвропейської конференції міністрів навколишнього середовища "Довкілля для Європи". - К.: Мінприроди України, 2003.
7. *Пальгунов П.П., Сумароков М.В.* Утилизация промышленных отходов. - М.: Стройиздат, 1990.
8. *Пурим В.Р.* Бытовые отходы. Теория горения. Обезвреживание. Топливо для энергетики. - М.: Энергоиздат, 2002.
9. *Станкевич В.В., Костенко А.І., Какура І.В.* Сучасні концептуальні підходи до визначення класів небезпеки відходів // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Т. 2. Переробка промислових та побутових відходів. - Х.: Райдер, 2005. - С. 75-80.
10. *Хільчевський В.К.* Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти. - К.: ВПЦ "Київський університет", 1999.
11. *Хільчевський В.К., Савицький В.М., Чеботько К.О. та ін.* Використання осадів стічних вод у сільському господарстві. - К.: ВПЦ "Київський університет", 1997.
12. *Шевчук В.Я., Чеботько К.О., Разгуляев В.М.* Біотехнологія одержання органо-мінеральних добрив із вторинної сировини. - К.: Вид-во УАННП "Фенікс", 2001.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. УТВОРЕННЯ ТА НАКОПИЧЕННЯ ВІДХОДІВ .....	5
1.1. загальна характеристика відходів.....	5
1.2. Промислові відходи .....	15
1.3. Комунально-побутові відходи .....	19
1.4. Поводження з відходами та управління ними.....	21
2. ОСАДИ СТІЧНИХ ВОД .....	26
2.1. Загальна характеристика міських стічних вод .....	26
2.2. Методи очищення стічних вод.....	28
2.3. Утворення осадів стічних вод та їх обробка на очисних спорудах.....	35
2.4. Поводження з осадами стічних вод. ....	40
3. ШАХТНІ ТА РУДНИЧНІ ВОДИ. ....	43
3.1. Формування і основні властивості шахтних і рудничних вод.....	44
3.2. Методи очищення скидних вод гірничодобувного виробництва.....	49
3.3. Зменшення впливу скидних вод гірничодобувних підприємств на довкілля. ....	52
4. ЗАПОБІГАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВІДХОДІВ НА ДОВКІЛЛЯ .....	55
4.1. Залучення відходів до відтворювального циклу.....	55
4.2. Еколого-економічні передумови переробки та утилізації відходів .....	59
4.3. Переробка відходів, збагачених органічною речовиною, з отриманням біогазу .....	61
4.4. Переробка та утилізація осадів стічних вод.....	65
4.5. Комплексна переробка мінералізованих шахтних, рудничних та інших скидних і стічних вод природно-техногенного походження.....	74
5. ОСНОВНІ НАПРЯМИ СУЧАСНОЇ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРИРОДИ ТА ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ВІДХОДАМИ .....	83
5.1. Становлення національної системи екологічного законодавства в Україні... ..	83
5.2. Деякі аспекти природоохоронного законодавства Європейського Союзу .....	85
5.3. Гармонізація національного природоохоронного законодавства з європейським.....	89
5.4. Інтеграція до Європейської екологічної спільноти .....	90
5.5. Нормативно-правова діяльність Європейського Союзу та України у сфері поведінки з відходами.....	91
5.6. Основні аспекти чинного нормативно-правового забезпечення поведінки з відходами та його подальший розвиток.....	100
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	105

*Навчальне електронне видання*

Жигайло Олена Леонідівна

Поводження з відходами та вплив відходів  
виробництва і споживання  
на ґрунти і природні води

Конспект лекцій

**Видавець і виготовлювач**

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м.Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

E-mail: [info@odeku.edu.ua](mailto:info@odeku.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016